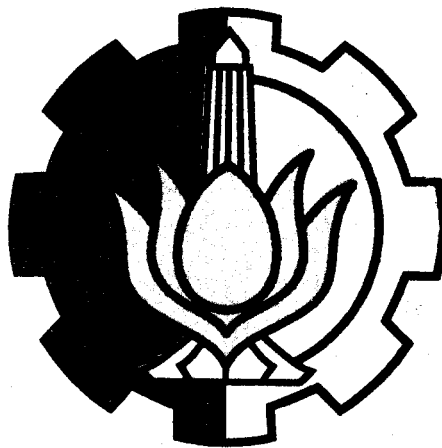


**ANALISA PERBANDINGAN KEKASARAN
PERMUKAAN PEMBUATAN TIRUS DENGAN
MEMAKAI PROGRAM G84 DAN G01
MENGUNAKAN MESIN BUBUT CNC EMCO
TURN-242T PADA BAJA AISI 1045**

TUGAS AKHIR



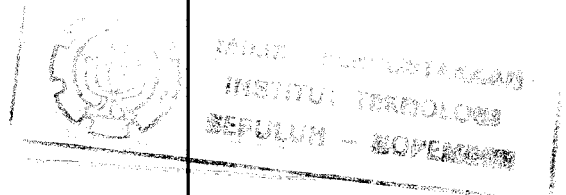
RSM
620.112 92
Soe
a-1
1996

Disusun oleh :

DENNY PRAKASA SOEHARTO

NRP. 2193.030.066

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1996**



**ANALISA PERBANDINGAN KEKASARAN
PERMUKAAN PEMBUATAN TIRUS DENGAN
MEMAKAI PROGRAM G84 DAN G01
MENGUNAKAN MESIN BUBUT CNC EMCO
TURN-242T PADA BAJA AISI 1045**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin**

Pada

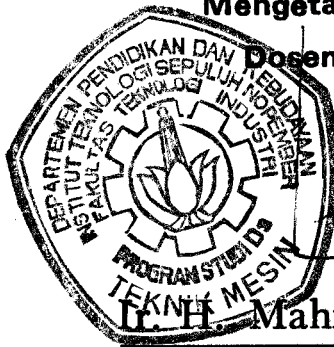
Program Studi Diploma III Teknik Mesin

Fakultas Teknologi Industri

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

S u r a b a y a

Mengetahui / Menyetujui



Dosen Pembimbing

U. H. Mahirul Mursyid, M.Sc

NIP. 131 843 376

S U R A B A Y A

Oktober, 1996

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah S.W. T atas berkat dan rahmad-NYA yang diberikan kepada hambanya, dimana penyusun telah dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini pada waktunya. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat dalam mencapai Diploma III sesuai dengan kurikulum Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri ITS.

Pada kesempatan yang baik ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang turut membantu tersusunnya Tugas Akhir ini, antara lain :

- Bapak Ir. H. Mahirul Mursyid, Msc

Selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.

- Bapak-bapak staff Engineering

di Balai Latihan Kerja (BLK) dan Balai Latihan Pendidikan Teknik (BLPT).

- Serta rekan-rekan mahasiswa Diploma III Teknik Mesin FTI - ITS dan semua

pihak yang memberikan dorongan untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Selanjutnya penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan tulisan Tugas Akhir ini di masa datang, dikarenakan penyusun tidak lepas dari kesalahan dan kekeliruan.

Akhir kata penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir ini berguna bagi penyusun dan pembaca lainnya.

Surabaya, 5 Oktober 1996

Penyusun

ABSTRAKSI

Kekasaran permukaan suatu produk dari proses pemesinan (turning) dipengaruhi oleh : kecepatan potong, kecepatan pemakanan, kedalaman potong dan gerakan pahat dalam mesin CNC. Dilakukan percobaan kekasaran permukaan dengan memakai program G 84 dan program G 01, untuk proses roughing dan proses finishing pada mesin CNC EMCOTURN 242- T.

Pengujian dilakukan pada baja AISI 1045 dengan memakai alat kekasaran permukaan stylus Surface Tester Mitutoyo 301, dengan panjang tirus 90 mm yang diukur pada jarak 5 mm, 45 mm, dan 85 mm.

Hasil yang diperoleh dari program G01 dan program G84 angka kekasaran permukaan untuk proses roughing pada jarak 5 mm selisih angka kekasarannya 1,229 μm , pada jarak 45 mm selisih angka kekasarannya 0,023 μm , dan pada jarak 85 mm selisih angka kekasarannya 0,717 μm . Proses finishing pada jarak 5 mm selisih angka kekasarannya 0,4533 μm , pada jarak 45 mm selisih angka kekasarannya 0,4866 μm , dan pada jarak 85 mm selisih angka kekasarannya 0,0833 μm

DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	i
Daftar Isi	ii
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1. Tujuan umum.....	1
1.2. Latar belakang.....	2
1.3. Permasalahan.....	3
1.4. Tujuan penulisan	3
1.5. Batasan masalah.....	3
1.6. Sistematika penulisan.....	4
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1. Elemen dasar pemesinan.....	5
2.2. Proses membubut.....	6
2.2.1. Membubut tirus secara konvensional.....	8
2.2.1.1. Dengan compound slide.....	9
2.2.1.2. Dengan menggeser letak tail stock.....	9
2.2.1.3. Dengan bantuan alat khusus.....	10
2.3. Variabel Pemotongan.....	11
2.3.1. Pemilihan pahat potong.....	11
2.3.2. Pemilihan grade dari pahat potong.....	12
2.3.3. Pemilihan jenis pahat potong.....	13
2.4. Geometri terbentuknya geram.....	14
2.4.1. Continuous chip.....	14
2.4.2. Continuous chip dengan BUE.....	15
2.4.3. Discontinuous chip.....	15
2.5. Kondisi pemotongan.....	16
2.5.1. Kedalaman potong.....	16
2.5.2. Kecepatan makan.....	17
2.5.3. Kecepatan potong.....	18
2.6. Teori dasar kontrol numerik.....	19
2.6.1. Konsep dasar kontrol numerik.....	19
2.7. Dasar pemrograman mesin bubut CNC.....	20
2.7.1. Sumbu koordinat.....	20
2.7.2. Titik nol mesin.....	21
2.7.3. Pemrograman harga absolut dan inkremental.....	22
2.7.4. Positioning.....	23
2.7.5. Gerakan lurus.....	24
2.7.6. Fungsi-fungsi pemrograman.....	24
2.7.7. Struktur program.....	25
2.7.8. Alamat dan perintah.....	26
2.7.9. Pemrograman piranti potong.....	27

2.8. Kekasaran permukaan.....	28
2.8.1. Kekasaran rata-rata arytmarrik.....	29
BAB 3 Metodologi Percobaan	30
3.1. Aliran proses percobaan.....	31
3.2. Material uji.....	32
3.3. Mesin perkakas.....	32
3.4. Pahat.....	33
3.5. Cairan pendingin.....	33
3.6. Peralatan pengukuran.....	33
3.6.1. Surface tester Mitutoyo 301.....	34
3.6.2. Printer.....	34
3.6.3. Detektor.....	34
3.7. Tempat pengujian.....	35
3.8. Prosedur percobaan.....	35
3.8.1. Persiapan.....	35
3.8.2. Pelaksanaan percobaan.....	36
3.9. Prosedur pengukuran.....	36
3.9.1. Persiapan.....	36
3.9.2. Pelaksanaan pengukuran.....	37
BAB 4 Hasil Percobaan.....	39
4.1. Hasil percobaan.....	39
- proses roughing.....	39
- proses finishing.....	42
BAB 5 Analisa dan Pembahasan.....	51
5.1. Analisa uji rataa.....	51
5.1.1. Analisa uji rataa roughing.....	51
5.1.2. Analisa uji rataa finishing.....	52
5.2. Pembahasan.....	53
5.2.1. Pembahasan proses finishing.....	53
5.2.2. Pembahasan proses roughing.....	53
BAB 6 Kesimpulan.....	54
Penutup.....	56
Daftar Pustaka.....	iii
Lampiran.....	

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Tinjauan Umum

Proses pemesinan pada saat ini menggunakan teknologi tinggi, dan penggunaan mesin perkakas sangat menentukan dalam memproduksi suatu komponen mesin .

1. Dalam penggunaan mesin perkakas membutuhkan suatu hasil kualitas yang baik, kemampuan dan ketrampilan dari sumber daya manusia itu sendiri. Di Indonesia pada saat ini sedang dalam bidang industri yang bertujuan untuk mengembangkan suku cadang dan penemuan-penemuan teknologi proses produksi maupun hasil produksi sehingga kualitasnya menjadi lebih baik dan sempurna serta tidak tergantung terhadap produksi luar negeri.
2. Untuk tidak tergantung terhadap produksi luar negeri, maka kita berusaha untuk dapat memproduksi sendiri suku cadang, untuk mencapai hal itu teknologi proses produksi harus dikuasai yang meliputi teknologi proses pengecoran, proses pembentukan, proses pemotongan, proses penyambungan, dan proses pengerjaan akhir. Khusus proses pemotongan, proses ini dilakukan untuk memperoleh benda kerja yang bervariasi sesuai kebutuhan dengan menggunakan mesin perkakas konvensional dan non konvensional.

Dalam penulisan tugas akhir ini kami berusaha untuk menganalisa dan membandingkan pembuatan tirus dengan proses bubut pada baja AISI 1045 memakai

mesin bubut CNC EMCOTURN 242-T dengan program G84 dan G01, yang ditinjau dari kekasaran permukaan.

1.2. Latar Belakang Masalah

Untuk menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi atau dengan gambar teknik dan juga untuk mencapai keuntungan yang lain yaitu menekan ongkos atau biaya proses pemesinan yang serendah mungkin. Tuntutan selanjutnya adalah terhadap hasil proses pengerjaan dengan ketelitian geometri benda kerja dan waktu proses produksi sesingkat mungkin.

Dengan mencari alternatif mesin perkakas yang akan digunakan untuk proses pemesinan yang sesuai, maka haruslah memenuhi persyaratan teknis dan ekonomis. Adapun persyaratan teknis dan ekonomis yang diharapkan adalah :

- Tingkat ketelitian yang tinggi (high accuracy)
- Kemampuan mesin perkakas dalam menghasilkan dimensi yang tepat.
- Derajat keotomatisannya.
- Efisiensi proses pengerjaannya, dan
- Produktivitasnya.

Penentuan proses yang tepat merupakan kunci awal dari pencapaian efisiensi dan produktivitas yang tinggi oleh industri manufacturing saat ini.

1.3. Permasalahan.

Pada proses pemesinan dengan mesin bubut CNC, perlu diperhatikan kondisi pemotongan dalam memenuhi tujuan yaitu menghasilkan komponen atau benda kerja yang sesuai dengan bentuk geometri pada gambar teknik, terutama berhubungan dengan tingkat kehalusan permukaan material kerja.

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis akan berusaha untuk menganalisa perbandingan membentuk tirus memakai mesin CNC EMCOTURN 242-T dengan program G84 dan G01 pada baja AISI 1045 yang ditinjau dari kekasaran permukaan.

1.4. Tujuan Penulisan.

Dalam Tugas Akhir ini akan menganalisa dan membandingkan proses pemesinan terhadap baja AISI 1045 yang berbentuk tirus dengan memakai program G84 dan G01 yang ditinjau dari kekasaran permukaan.

1.5. Batasan Masalah.

Pada penulisan Tugas Akhir ini akan dijelaskan proses pemesinan dengan menggunakan mesin perkakas CNC sebagai berikut :

- a. material kerja yang digunakan adalah jenis baja AISI 1045.

b. Kondisi pemotongan diasumsikan pada kondisi tertentu. Dimana

proses pemotongan dianggap :

- pendinginan sempurna, sehingga perpindahan panas yang terjadi tidak mempengaruhi ketajaman pahat dan kekasaran permukaan yang dianalisa.

c. Alat ukur yang digunakan terkalibrasi dengan baik.

d. Getaran dan defleksi selama perautan diasumsikan tidak berpengaruh terhadap kondisi dalam penganalisaan kekasaran permukaan.

- mesin stabil, belum mengalami perubahan.

1.6. Sistematika Laporan

Laporan tugas akhir ini disusun dengan sistematika sebagai berikut :

1. Bab 1 Pendahuluan
2. Bab 2 Tinjauan Pustaka
3. Bab 3 Metodologi Percobaan
4. Bab 4 Hasil Percobaan
5. Bab 5 Analisa dan Peembahasan
6. Bab 6 Kesimpulan
7. Penutup
8. Daftar Pustaka
9. Lampiran-lampiran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Elemen Dasar Proses Pemesinan

Berdasarkan gambar teknik, dimana spesifikasi geometris suatu produk komponen mesin, salah satu atau beberapa jenis proses pemesinan yang telah dipilih sebagai suatu proses atau urutan proses yang digunakan untuk membuatnya. Proses pemesinan dilakukan dengan jalan membuang sebagian material benda kerja sampai diperoleh bentuk yang diinginkan. Proses pembuangan sebagian material dengan proses pemesinan diawali dengan adanya titik kontak antara benda kerja dengan pahat potong, sehingga gaya pemotongan yang dihasilkan dari putaran spindel menimbulkan geseran antara pahat potong dan benda kerja yang akhirnya akan menghasilkan geram. Agar diperoleh suatu komponen yang diharapkan efisiensi, ketelitian serta kualitas yang tinggi maka harus diperhatikan lima elemen dasar proses pemesinan yaitu :

1. Kecepatan potong (cutting speed) : V (m/min)
2. Kecepatan pemakanan (Feeding) : V_f (mm/min)
3. Kedalaman pemotongan (depth of cut) : a (mm)
4. Waktu pemotongan (cutting time) : t (min)
5. Kecepatan penghasilan geram : Z (cm /min)

(rate of metal removal)

2.2. Proses Membubut (Turning)

Benda kerja dipegang oleh pencekam yang dipasangkan pada poros utama . Dengan mengatur lengan pengatur yang terdapat pada sisi muka kepala diam, putaran poros utama (n) dapat dipilih. Harga putaran poros utama bertingkat sesuai yang telah distandartkan. Pahat dipasangkan padaudukan pahat dan dalam pemotongan (a) diatur dengan menggeserkan peluncur silang melalui roda pemutar . Pahat bergerak translasi bersama-sama dengan kereta dan gerak makannya diatur dengan lengan pengatur pada rumah roda gigi. Gerak makan (f) yang tersedia pada mesin bubut bermacam-macam menurut tingkatan yang telah distandartkan : 0,1 , 0,112 , 0,125 , 0,14 , 0,16 ... (mm/r). Pada prinsipnya pada mesin bubut diperlukan dua gerakan utama yaitu :

1. Gerak potong (cutting motion), dengan arah gerakan berputar searah jarum jam atau berlawanan jarum jam yang dilakukan benda kerja akibat berputarnya poros utama.
2. Gerak pemakanan (feed motion), dengan arah gerakan lurus searah sumbu mesin / arah x dan z yang dilakukan oleh pahat potong akibat bergesernya kereta dan apron dan peluncur silang.

Elemen dasar dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

1. Kecepatan potong : $v = (\pi . d . n) / 1000 \quad \text{mm/min}$

$$d = (d_o + d_l) / 2 \quad \text{mm}$$

2. Kecepatan makan : $V_f = f \cdot n$ mm/min

3. Waktu pemotongan : $t = l / V_f$ min

4. Kecepatan membuang geram : $Z = A \cdot v$

dimana : A = penampang geram sebelum terpotong = $a \cdot f$ mm

Serta elemen-elemen yang mendukung proses bubut :

1. Benda kerja

d_o = diameter awal ; mm

d_l = diameter akhir ; mm

l = panjang pemotongan ; mm

2. Pahat potong

K_r = sudut potong utama ;

γ = sudut geram ;

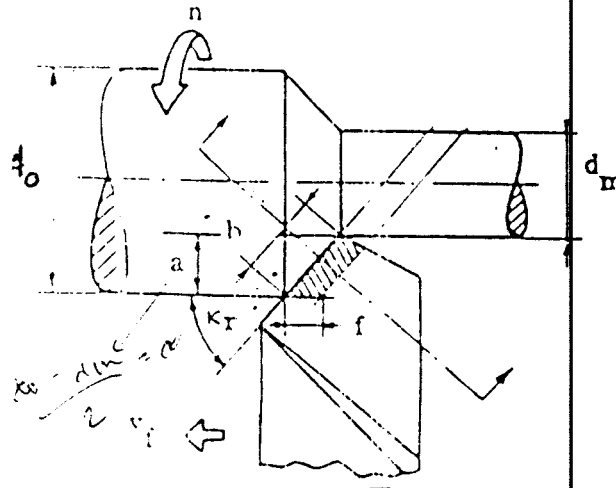
3. Mesin bubut

a = kedalaman pemotongan

$= (d_o - d_l) / 2$ mm

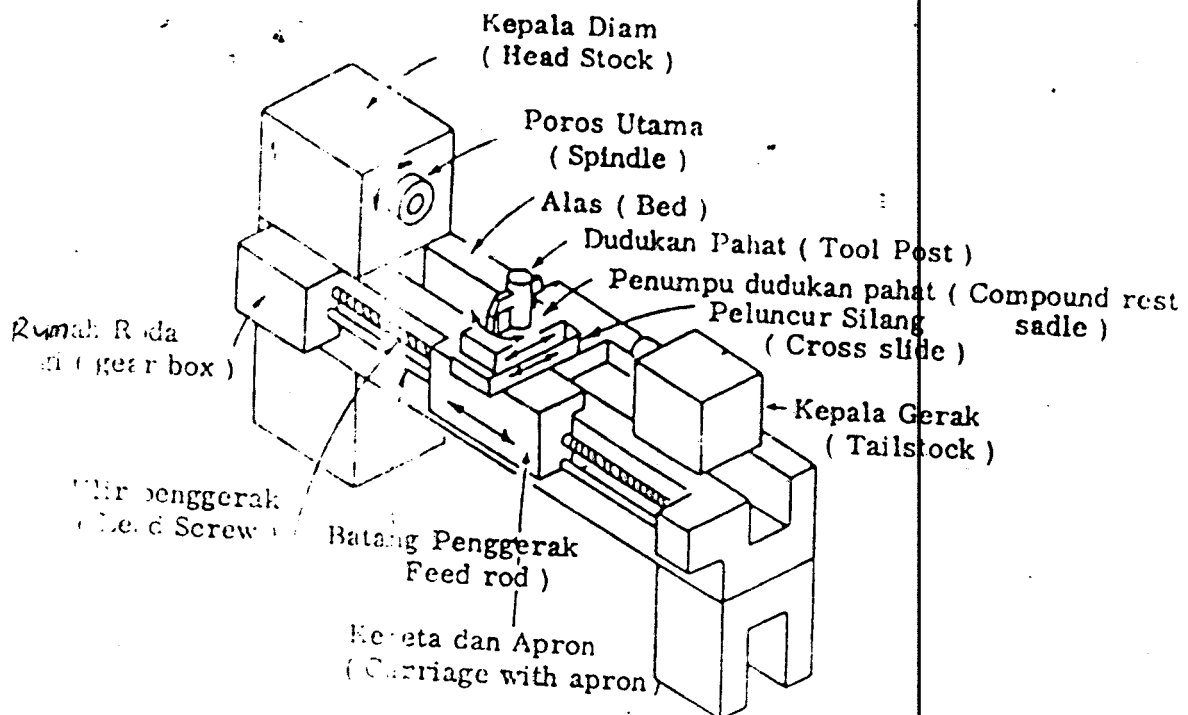
f = gerak makan ; mm/rev

n = putaran poros utama ; rev/min



Gb.2.Proses bubut (6)

Bagian-bagian mesin bubut adalah seperti berikut :



Gb.2.1.Bagian utama mesin bubut (6)

2.2.1. Membubut Tirus Secara Konvensional.

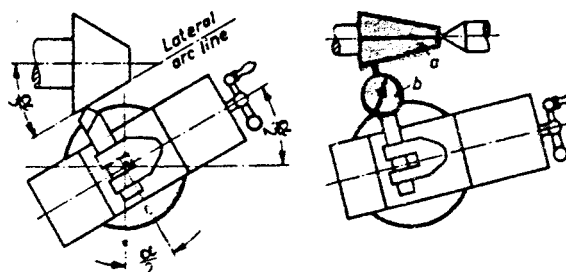
Cara pembuatan tirus secara konvensional ada tiga cara yaitu :

1. Dengan memakai compound slide

2. Dengan mengubah letak dari tailstock
3. Dengan bantuan alat khusus (attachment)

2.2.1.1. Dengan Memakai Compound Slide.

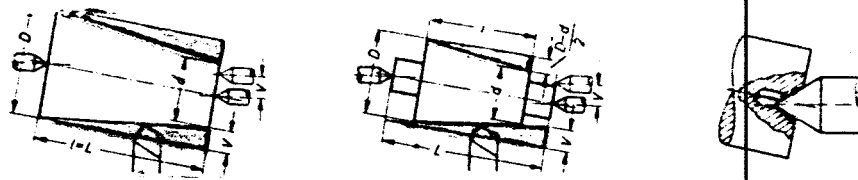
Compound slide harus disetel dan menunjukkan sisi garis dari tirus. Pemakanan harus dikendalikan oleh tangan, dan hasilnya biasanya permukaan benda kerja tidak rata. Panjang pengerjaan dengan menggunakan compound slide terbatas, sehingga hanya bisa digunakan untuk pembubutan tirus yang pendek saja.



Gb.2.2. Pembuatan tirus dengan memakai compound slide (4)

2.2.1.2. Membuat Tirus Dengan Menggeser Letak Tailstock.

Jika pusat tailstock dipindah letaknya tidak dipusat, hasil perautan tirus bilamana kereta pahat (tool post) digerakkan menurut panjangnya. Selain itu metode ini hanya digunakan untuk membubut panjang dan membentuk tirus yang kecil. Keuntungan dari membubut menurut panjangnya secara otomatis adalah gerak makan dapat diatur.

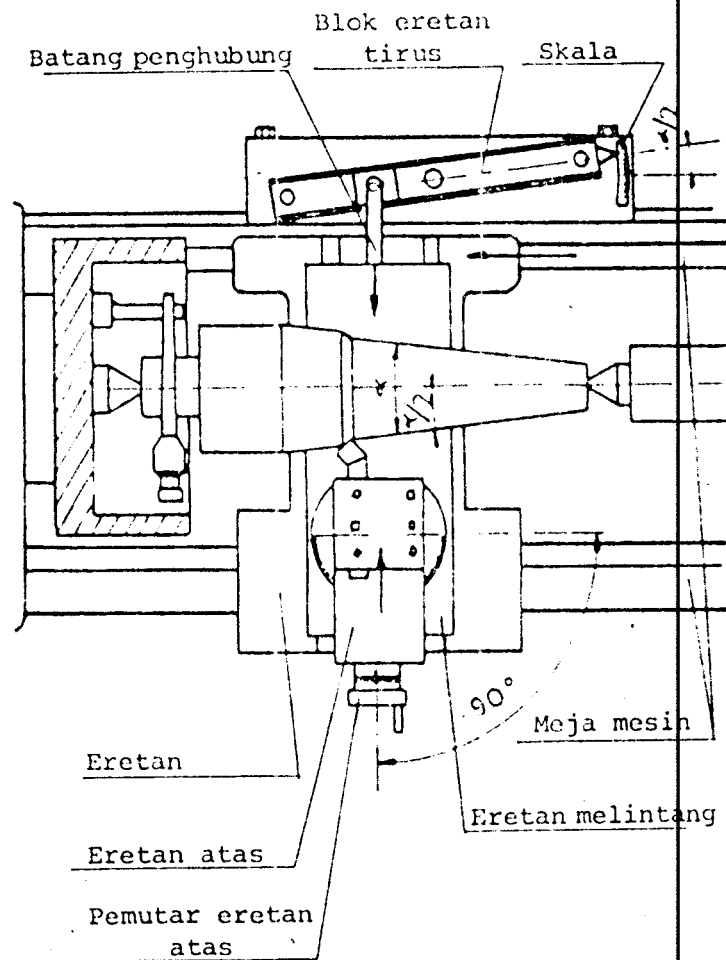


Gb.2.3. Pembuatan tirus dengan menggeser tailstock (4)

2.2.1.3. Membubut Tirus Dengan Bantuan Alat Khusus.

Dengan memakai alat khusus yaitu blok eretan tirus untuk poros tirus yang panjangnya mencapai 500 mm dengan sudut ketirusan hingga 20° . Blok eretan tirus ini digunakan bila sudut tirusnya terlalu besar untuk metode menggeser kepala lepas, atau terlalu panjang dibandingkan eretan atas memanjang. Perlengkapan tersebut dipasang pada badan mesin. Blok eretan tirus disetel sesuai dengan separuh sudut ketirusan $\alpha/2$, dengan bantuan skala ukur. Poros ulir atau mur pada eretan melintang harus dilepas. Dan eretan atas melintang tersebut dihubungkan dengan batang penghubung pada blok eretan tirus. Maka bila eretan bawah digerakkan, ketirusan akan terjadi menurut penyetelan blok eretan tirus. Pemakanan benda kerja diatur dengan eretan atas memanjang yang diputar 90° , sehingga menjadi melintang seperti gambar di bawah ini. Dan dapat berfungsi sebagai eretan melintang. Keuntungan menggunakan

metode ini adalah : sudut ketirusan benda kerja dapat relatif lebih besar dan panjang, dengan menggerakkan eretan bawah otomatis.



Gb.2.4. Pembuatan tirus dengan blok eretan (4)

2.3. Variabel Pemotongan

2.3.1. Pemilihan Pahat Potong

Pada pengerjaan benda kerja dengan mesin bubut ini dikehendaki untuk dicapainya optimasi produksi sehingga dipilih pahat potong yang terbuat dari karbida, yang mana dalam pemakaiannya jauh lebih menguntungkan bila dibandingkan dengan pahat potong HSS.

Keuntungan dari pahat potong karbida :

1. Mampu untuk kecepatan tinggi, sehingga produktifitas dapat ditingkatkan.
2. Sifat material yang lebih baik, sehingga pengaruh dari pada perubahan dimensi benda kerja relatif lebih pendek.
3. Ongkos mata potong pahat relatif lebih murah, sehingga menekan ongkos produksi.

Untuk pemilihan pahat potong ini didasarkan atas beberapa hal, yaitu meliputi :

1. Pemilihan grade dari pahat potong.
2. Pemilihan jenis pahat potong.
3. Pemilihan geometri pahat potong.

2.3.2. Pemilihan Grade Dari Pahat Potong.

Tujuan dari pemilihan grade dari pahat potong karbida adalah agar tidak terjadi kesalahan dalam penggunaannya dan pemilihannya didasarkan atas material benda kerja dan kondisi pemotongannya. Grade dari beberapa karbida dibagi dalam beberapa kelompok :

P : digunakan untuk baja dan baja tuang.

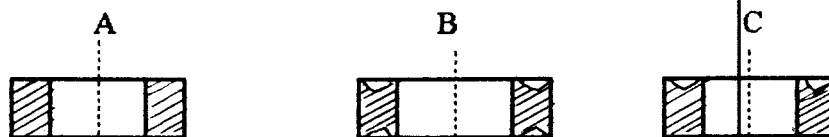
M : digunakan untuk stainless steel dan high alloy steel.

K : digunakan untuk cast iron, non ferrous metal, plastic, grafit. Seperti terlihat pada lampiran 79

2.3.3. Pemilihan Jenis Pahat Potong.

Pemilihan jenis pahat potong didasarkan atas jenis proses pemotongan dan material benda kerja serta kondisi pemotongannya.

Secara garis besar karakteristik dari jenis pahat potong dapat dijelaskan seperti gambar berikut :



Gb.2.5. Karakteristik dan jenis pahat potong

Keterangan :

A : dipakai pada pembubutan yang berat pada cast iron atau baja (feed berat).

B : dipakai pada baja (feed ringan). Kedua permukaan dapat dipakai.

C : dipakai pembubutan baja (feed medium) Hanya satu permukaan yang dipakai.

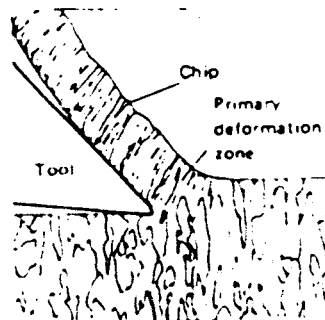
2.4. Geometri terbentuknya geram.

Pada proses pemesinan terbentuknya geram digolongkan menjadi 3 yaitu :

1. Continuous chip
2. Continuous chip dengan Built Up Edge (BUE)
3. Discontinuous chip

2.4.1. Continuous Chip.

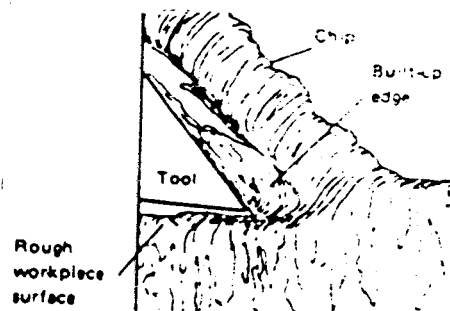
Geram ini terbentuk oleh proses pemesinan dengan benda kerja yang dipakai adalah ulet atau ductile dan pada kecepatan potong yang tinggi dan kecepatan makan yang rendah. Hasil dari bentuk geram yang seperti ini adalah permukaan benda kerja yang halus dan hasil dari geram ini biasanya seperti gulungan geram yang bersambung panjang seperti bentuk spiral.



Gb.2.6.Continuous chip dan bentuk geram yang dihasilkan

2.4.2. Continuous Chip dengan Built Up Edge

Geram ini timbul oleh proses pemesian pada benda kerja atau material yang ulet (ductile) dengan kecepatan potong yang rendah dengan aliran metal yang kurang teratur antar material benda kerja dan pahat sehingga mengakibatkan penumpukan lapisan material benda kerja pada bidang geram di daerah dekat mata potong pahat, inilah yang disebut BUE (Built Up Edge). Akibat terjadinya Built Up Edge adalah hasil dari benda kerja yang kasar. Hal ini dapat diatasi dengan menaikkan kecepatan makan sampai dengan 20-30 m/min atau lebih rendah tergantung gerak pemakanan.

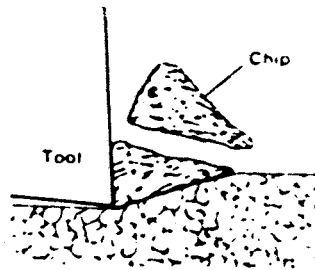


Gb.2.7. Penumpukan metal pada mata potong

2.4.3. Discontinuous Chip

Geram ini terbentuk pada proses pemesian yang memakai material benda kerja rapuh (brittle). Bentuk dari geram ini adalah terputus-putus, hal ini disebabkan distorsi pada bagian logam yang berdekatan dengan pahat mengalami keretakan. Dalam hal ini kekasaran hasil pemesian tergantung dari ukuran chip yang dihasilkan,

semakin besar ukuran geram yang dihasilkan semakin kasar hasil proses pemesinan, demikian pula jika semakin kecil ukuran geram yang dihasilkan semakin halus hasil proses pemesinan.



Gb.2.8. Pembentukan discontinuous dan bentuk geram yang dihasilkan

2.5. Kondisi Pemotongan.

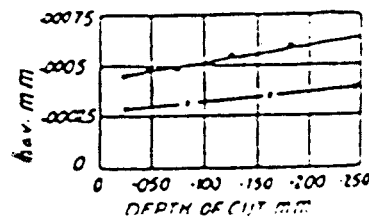
Pada dasarnya pada proses pemesinan ada tiga variabel yang perlu ditetapkan harganya yaitu :

1. Kedalaman potong (a)
2. Gerak makan (f)
3. Kecepatan potong (V)

Ketiga variabel ini menentukan juga kekasaran permukaan yang dihasilkan.

2.5.1. Kedalaman Pemotongan .

Karakteristik kedalaman pemotongan dapat ditunjukkan seperti gambar dibawah ini.

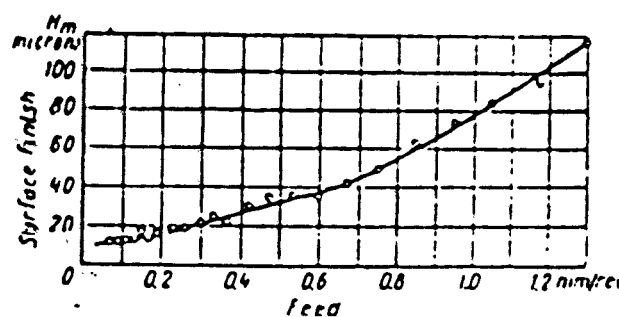


Grafik 2.1. Karakteristik hubungan antara kedalaman pemotongan dan kekasaran permukaan. (10)

Dari gambar diatas terlihat bahwa kedalaman pemotongan hanya sedikit pengaruhnya terhadap kekasaran permukaan.

2.5.2. Kecepatan Makan

Karakteristik hubungan antara kecepatan makan dan kekasaran permukaan seperti gambar dibawah ini. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa kenaikan nilai kecepatan makan sebanding dengan kenaikan nilai kekasaran permukaan.

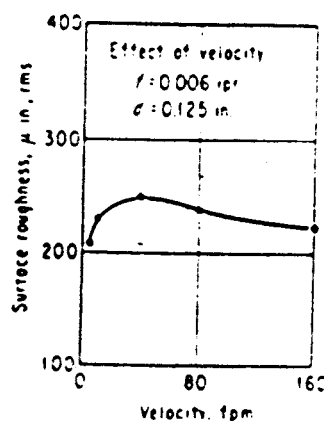


Grafik 2.2. Karakteristik hubungan antara kecepatan makan dan kekasaran permukaan (10)

2.5.3. Kecepatan Pemotongan.

Karakteristik hubungan antar kekasaran permukaan dan kecepatan pemotongan dapat ditunjukkan seperti gambar, dimana kecepatan pemotongan yang rendah menghasilkan kekasaran permukaan yang maksimum, pada kecepatan pemotongan antara 15-20 m/min, lalu kekasaran permukaan turun hingga mencapai nilai yang stabil pada kecepatan pemotongan antara 100-150 m/min.

Dari penjelasan ini dapat dikatakan bahwa pada kecepatan pemotongan yang rendah dihasilkan kekasaran permukaan yang kasar, hal ini disebabkan pada kecepatan potong yang rendah sangat memungkinkan terjadinya penumpukan geram pada benda kerja (BUE) dan kemudian secara berangsur-angsur turun mencapai kondisi stabil pada kecepatan pemotongan yang tinggi.



Grafik 2.3. Karakteristik hubungan antara kecepatan pemotongan dan kekasaran permukaan (10)

2.6. Teori Dasar Kontrol Numerik

2.6.1. Konsep Dasar Kontrol Numerik (N C)

Didalam pengembangan teknologi manufakturing pengenalan NC menunjukkan langkah maju yang ditandai dengan pengembangan elektronika yang pesat dengan adanya Microprossesor.

Mesin NC dirancang sedemikian rupa sehingga campur tangan operator selama berlangsung operasi dapat dikurangi .

Menurut EIA (Electronic Industries Association) NC didefinisikan sebagai suatu sistem dimana aksi-aksinya dikontrol dengan menyisipkan secara langsung data numerik. Sistem ini beroperasi secara otomatis dapat menginterpretasikan beberapa bagian daripada data numerik tersebut yang berupa kode-kode bilangan, huruf dan simbol untuk membuat suatu bentuk tertentu dari benda kerja pada mesin perkakas CNC yang biasanya perintah-perintah untuk membuat bentuk tersebut disebut part program.

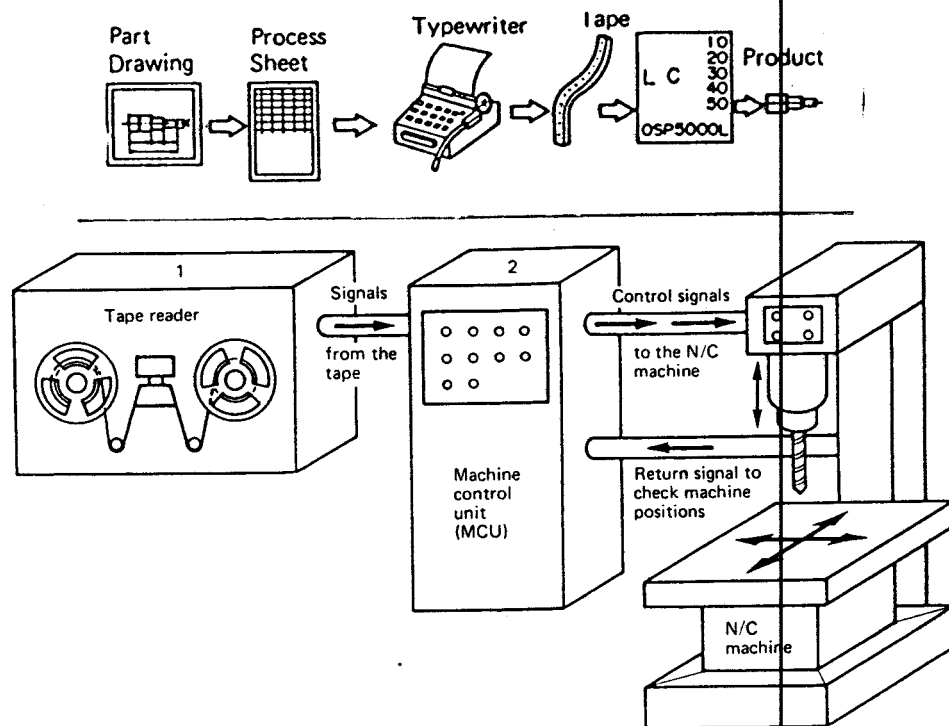
Dengan demikian part program dapat dikatakan, suatu hompunan petunjuk yang dinyatakan secara terinci setiap blok per blok yang memberitahu mesin perkakas NC mengenai apa yang harus dilakukan. Disamping part program ada 2 komponen lain pada mesin NC yaitu :

- 1. Machine Control Unit (MCU)**

- 2. Machine Tool**

Part program merupakan input dari unit pengontrol mesin (MCU) yang selanjutnya memberi perintah ke mesin perkakas untuk melakukan aksi-aksi sesuai program yang

dibuat. MCU berfungsi menterjemahkan program ke dalam bahasa mesin yang kemudian dirubah ke dalam sinyal-sinyal / pulsa elektrik dan menggerakkan sumbu motor / servo motor yang dihubungkan dengan lead screw mesin. Secara otomatis ditunjukkan gambar di bawah ini :



Gb. 2.9. Sistem kerja mesin NC

2.7. Dasar Pemrograman Pada Mesin Bubut CNC

2.7.1. Sumbu Koordinat.

Pada mesin CNC digunakan pemotongan dengan arah yang tidak sejajar dengan sumbu X dan sumbu Z, misalnya dalam pembuatan tirus, pemotongan lingkaran dan

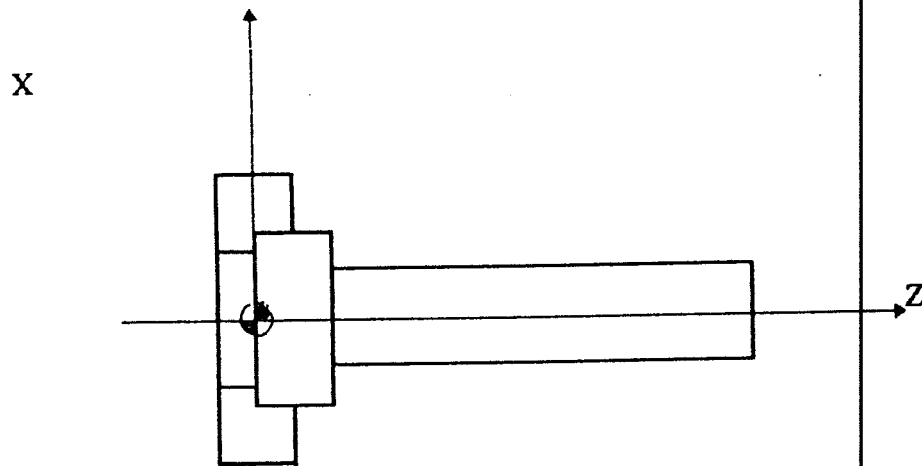
sebagainya. Dengan memberikan perintah gerakan ke arah sumbu X dan sumbu Z dapat dibentuk sesuai dengan pemotongan yang diminta.

Untuk menyatakan posisi gerakan pada mesin bubut CNC ada dua sistem yang dipakai yaitu sistem absolut dan sistem inkremental. Untuk menyatakan sistem absolut dan sistem inkremental dalam gerakan pemotongan yaitu dengan memberikan address tertentu pada mesin perkakas.

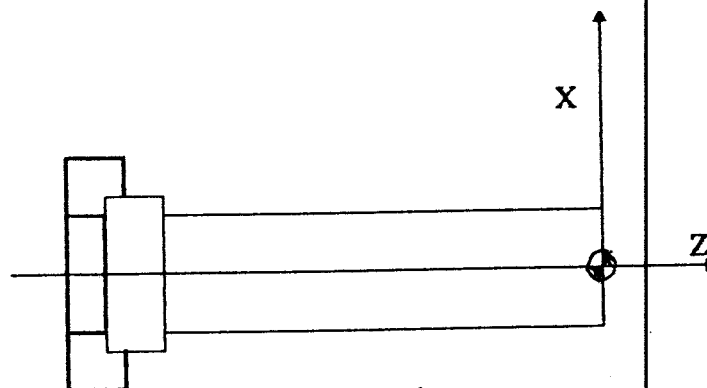
2.7.2. Titik Nol Mesin (Zero Point)

Titik nol mesin pada mesin bubut CNC terletak pada benda kerja. Titik nol mesin ini terletak disebelah kiri atau disebelah kanan dari benda kerja tergantung dari merk mesin yang digunakan .

Pada mesin yang menggunakan titik nol mesin pada kanan benda kerja sumbu X positif menjauhi benda kerja dan sumbu Z positif berarah kekanan. Sedangkan pada titik nol mesin pada kiri benda kerja sumbu X positif menjauhi benda kerja dan sumbu Z positif menuju ke arah kiri. Sumbu X menyatakan diameter benda kerja dan sumbu Z menyatakan panjang pemotongan benda kerja yang akan dikerjakan.



Gb.2.10. Right Hand System



Gb.2.11. Left Hand System

2.7.3. Pemrograman Harga Absolut dan Inkremental

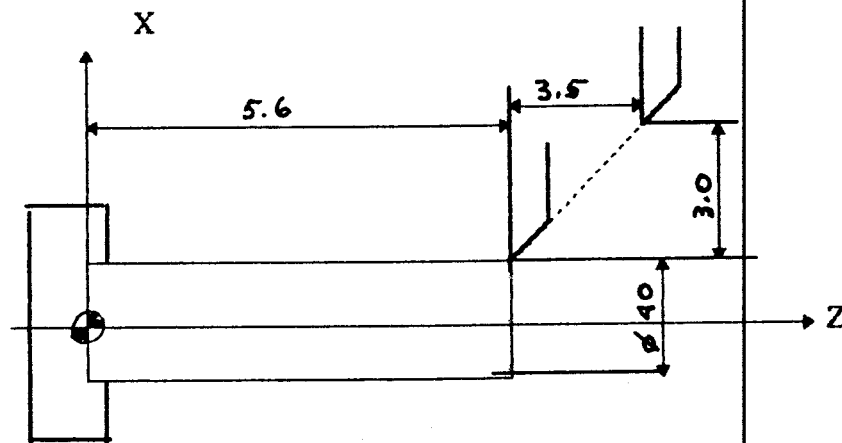
Pendefinisian gerak geser dimensi ada dua cara yaitu :

1. Absolut yaitu : jika semua hubungan harga untuk benda kerja diukur dari titik nol mesin, dengan fungsi persiapan G90.
2. Inkremental yaitu : jika semua hubungan harga untuk benda kerja diukur dari titik sebelumnya, dengan fungsi persiapan G91.

2.7.4. Positioning

Untuk menghemat waktu pada proses pemotongan maka pada mesin-mesin CNC dari reference point atau gerakan mendekati benda kerja dilakukan dengan cepat. Besarnya kecepatan gerakan positioning ini tidak tergantung pada kecepatan makan yang telah diprogram tetapi kecepatan positioning ini telah diprogram oleh pabrik pembuat mesin CNC.

Untuk memerintahkan mesin agar dilakukan gerakan cepat dilakukan dengan memberi perintah G00. Koordinat gerakan positioning bisa dinyatakan absolut maupun inkremental. Sebagai ilustrasi gerakan positioning dapat dilihat gambar seperti dibawah ini



Gb.2.12. Gerakan Positioning

Perintah gerakannya adalah sebagai berikut :

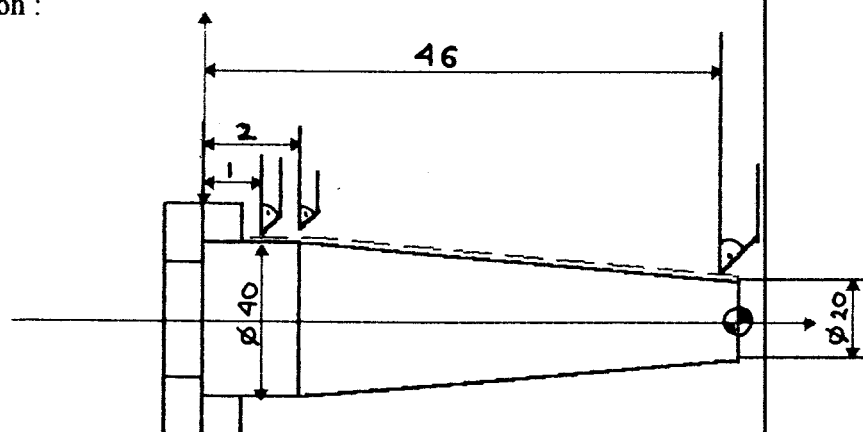
- Absolut programming : G00 X2 Z5,6
- Inkremental programming : G00 U-3 W-3,5

2.7.5. Gerakan Lurus (Linear Interpolation).

Gerakan lurus adalah : gerakan pahat yang arahnya lurus baik sejajar salah satu sumbu maupun tidak sejajar dengan sumbu (gerakan tirus). Untuk memerintahkan gerakan lurus dipakai kode G01, apabila diinginkan gerakan lurus searah dengan arah sumbu, maka kode perintah tersebut diikuti dengan arah sumbu yang diminta kemudian diikuti koordinat akhir dari pahat.

Apabila diinginkan gerakan tirus kode perintahnya G01 diikuti dengan kode perintah gerakan tirus yaitu dengan menuliskan perintah gerakan ke sumbu X dan Z dalam satu blok program.

Contoh :



Gb.2.13. Gerakan pemotongan tirus dan lurus

Perintah yang diberikan adalah :

- Tirus : G 01 X 40 Z -44.

- Lurus : G 01 X 40 Z -46

2.7.6. Fungsi-fungsi Pemrograman

Fungsi-fungsi kode yang ada pada mesin CNC untuk proses pemrograman diantaranya :

1. G function :

yaitu fungsi persiapan yang berisi perintah-perintah.

2. F function :

yaitu kecepatan gerak makan.

3. S function :

yaitu kecepatan spindle utama.

4. T function :

yaitu fungsi untuk pemilihan pahat

5. M function :

yaitu untuk mengontrol ON/OFF fungsi yang ada pada mesin.

6. N function :

yaitu nomor urut program-program pada tiap-tiap blok.

2.7.7. Struktur Program

Suatu program CNC berisi semua perintah dan informasi yang diperlukan untuk pengerjaan benda kerja .

Suatu program CNC terdiri dari :

1. Awal program yang berupa nomor program yang ditetapkan dengan angka 0.
2. Isi program yang berupa blok-blok program NC
3. Akhir program berisi akhir suatu program yang berupa M30.

Sedangkan struktur program yang terbagi atas :

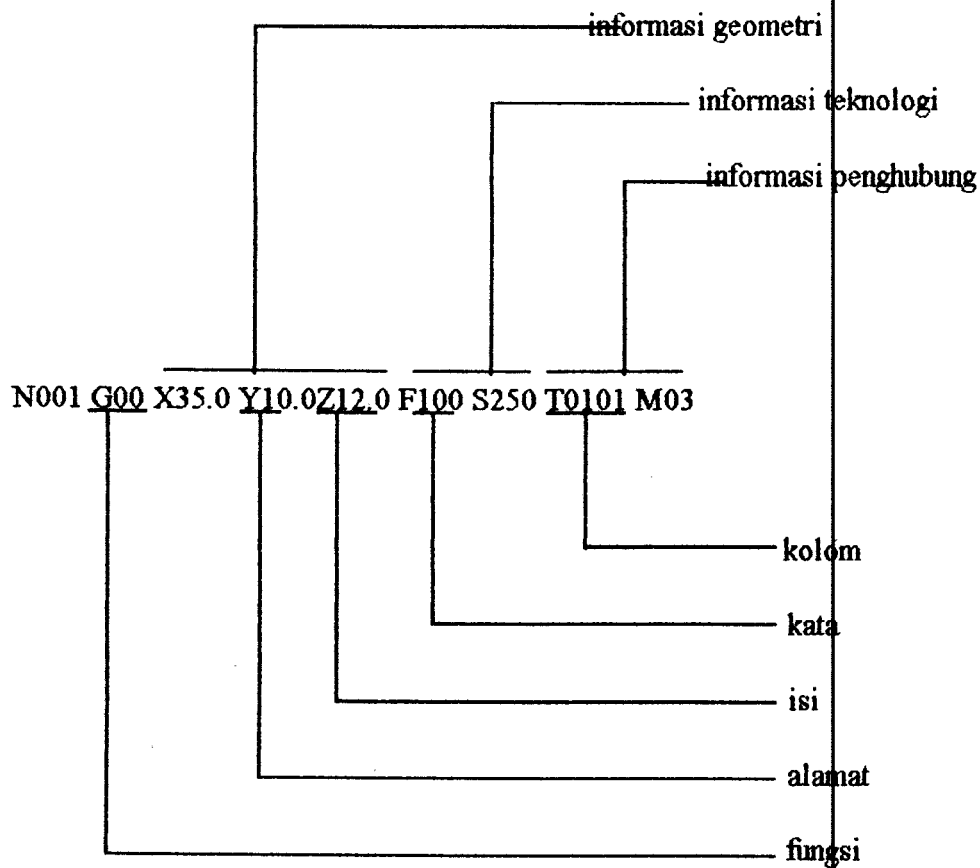
1. Struktur program induk dengan nomor program 0000 s/d 06999.
2. Struktur sub program dengan nomor program 00080 s/d 00255.
3. Struktur program workpice dengan nomor 07000 s/d 09999.

Setiap blok program berisi nomor blok program yang diawali dengan address N, suatu blok terdiri dari nomor blok dan kata-kata, kata-kata tersebut membentuk isi blok dan setiap kata terdiri atas satu huruf dan kombinasi angka. Setiap adres mempunyai arti tertentu menurut angka gabungan numeris yang sesuai.

2.7 8 Alamat dan Perintah.

Sebuah huruf dalam kata disebut alamat, dengan cara memberi alamat, maka cara pengendalian dibedakan dalam berbagai perintah. Dalam sebuah program dapat terjadi informasi sebagai berikut, setelah penunjuk X dan Z, maka kita masih menggunakan beberapa alamat yaitu F, S, T, M.

Contoh blok program serta keterangan bagian-bagiannya :



2.7.9. Pemrograman Piranti Potong.

Piranti potong diprogram dengan alamat T yang diikuti dengan 4 digit, dua digit pertama menyatakan nomor alat potong yang terletak pada revolver pahat dan dua digit terakhir menyatakan nomor koreksi alat potong yang tertulis dalam memori data alat potong. Baik nomor alat potong maupun nomor koreksi alat potong diberi nomor 01 s/d 99.

2.8. Kekasaran Permukaan (Surface Roughness).

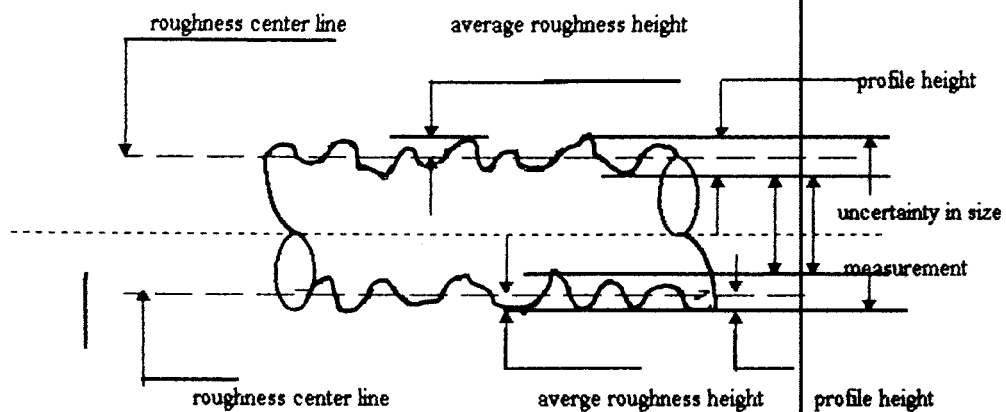
Permukaan benda kerja yang dilakukan proses pemesinan tidaklah mungkin mencapai kekasaran yang ideal, oleh karena itu penyimpangan yang terjadi selama proses pemesinan tidak dapat dihindari, sehingga kualitas kekasaran permukaan hasil proses pemesinan merupakan permukaan yang tidak teratur (surface irregularities) meskipun ketidak teraturan dalam ukuran mikron, akan tetapi kekasaran yang ideal sedapat mungkin didekati untuk proses pemesinan komponen mesin khusus yang memerlukan ketelitian dan ketepatan yang tinggi seperti antar poros dan lubang. Untuk menyatakan kualitas kekasaran permukaan pada hasil proses pemesinan perlu dilakukan pengukuran kekasaran permukaan, terdapat beberapa metode pengukuran sebagai berikut :

1. Metode pembandingan dengan spesimen standart kekasaran permukaan secara visual.
2. Metode optik, didasarkan pada metode perpotongan cahaya (mikroskop ganda) dan mikro interferometer dengan menggunakan pantulan sinar laser untuk menentukan tekstur permukaan.
3. Metode profilgraf (microprofil) didasarkan penentuan tinggi ketidak teraturan mikro dengan peraba stylus. Dari ketiga metode ini, metode pembandingan dengan cara visuala banyak digunakan pada bengkel-bengkel dan untuk metode yang lainnya banyak digunakan pada laboratorium pengukuran. Pada umumnya kualitas kekasaran permukaan

hasil proses pemesinan dinyatakan dengan angka kelas kekasaran permukaan sesuai dengan panjang sampel yang diukur.

2.8.1. Kekasaran Rata-rata Aritmatik (mean roughness indeks/ Center Line Average ,CLA), (Ra).

Kekasaran rata-rata aritmatik (Ra) atau CLA adalah harga rata-rata aritmatik dari absolutnya jarak antara profil terukur dengan profil tengah. Untuk suatu panjang sampel (Ls) yang telah ditentukan, yaitu panjang dari profil efektif yang diperlukan untuk menentukan kekasaran permukaan dari permukaan yang diteliti :



Gb.2.14. Bentuk pengukuran kekasaran permukaan (9)

BAB 3

METODELOGI PERCOBAAN

3.1. Aliran Proses Percobaan.

3.2. Material Uji.

3.3. Mesin Perkakas.

3.4. Pahat.

3.5. Cairan Pendingin.

3.6. Peralatan Percobaan.

3.7. Tempat Pengujian.

3.8. Prosedur Percobaan.

3.8.1. Persiapan 1.

3.8.2. Persiapan 2.

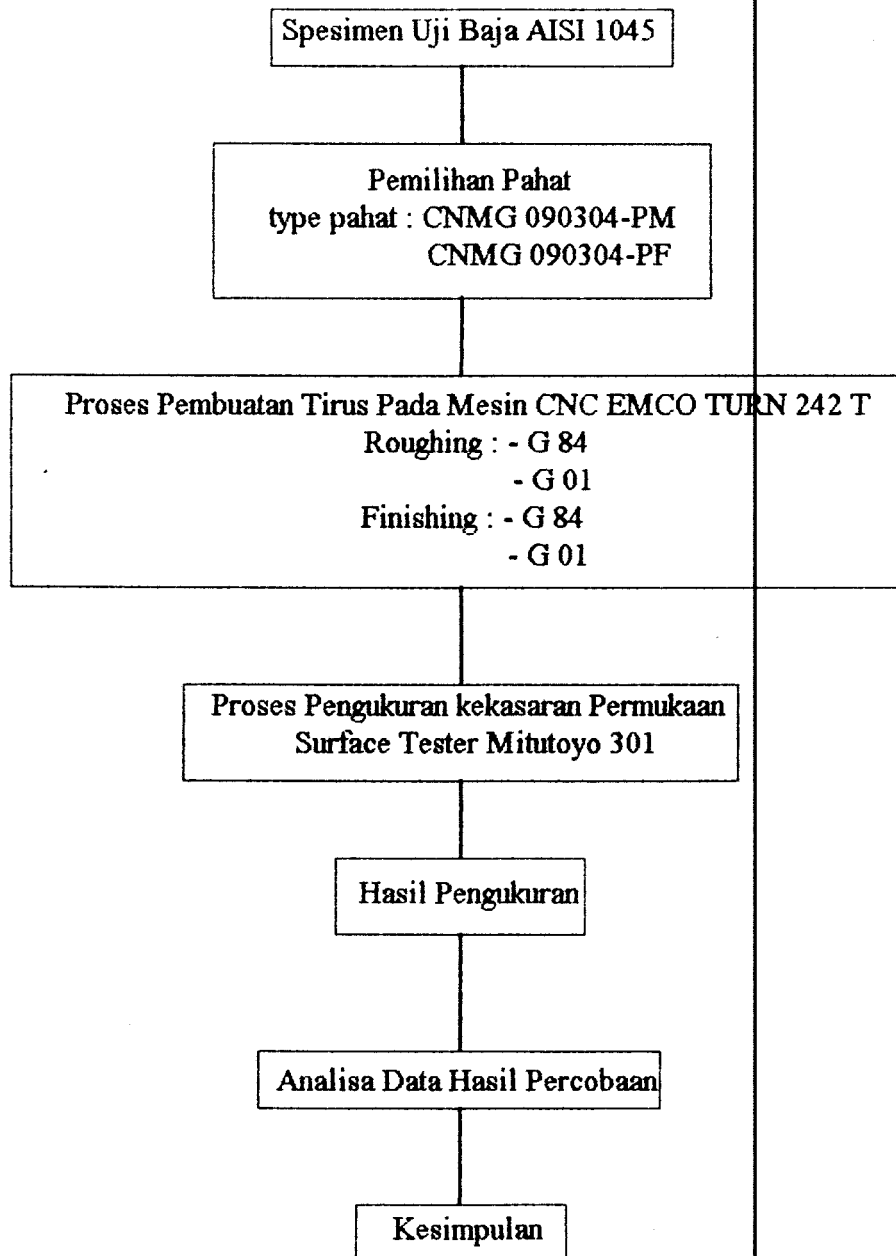
3.8.3. Pelaksanaan Percobaan.

3.9. Prosedur Pengukuran

3.9.1. Persiapan.

3.9.2. Pelaksanaan Pengukuran.

3.1. Aliran Proses Percobaan.



3.2. Material uji .

Material uji yang digunakan pada percobaan ini adalah :

- Baja karbon AISI 1045
- Tensile strength : 60 - 90 kp/mm
- Yield point : 36 - 48 kp/mm
- Kekerasan : 210 HBN

3.3. Mesin Perkakas.

Mesin perkakas yang digunakan :

- Merk : CNC EMCOTURN
- Type : 242-T
- Tahun : 1988
- Pabrik : EMCO MAIER, AUSTRIA.

Data mesin :

- Diameter pembubutan dari atas bed.....340 mm
- Diameter pembubutan dari atas cross slide.....150 mm
- Gerak geser (longitudinal / sumbu Z).....300 mm
- Gerak geser (melintang / sumbu X).....300 mm
- Gaya pemakanan longitudinal (sumbu Z).....6000 N
- Gaya pemakanan melintang (sumbu X).....4000 N

- Penggerak utama motor DC.....6,6 KW
- Penggerak feeding servomotor DC
- Kecepatan penghantaran.....12 m/min
- Range kecepatan potong.....50 - 4500m/min
- Tool sistem automatic 8 tool duplomatic disc turret with direction logic.

3.4. Pahat.

Pahat yang digunakan adalah :

- Type : - Pahat roughing : CNMG 090304-PM (lampiran)
 - Pahat finishing : CNMG 090304-PM (lampiran)
- Grade : N308 (P10).
- Jenis : Cemented Carbide.
- Tool Holder : SDJCR 2020 K11

SDNCN 2020 K11

3.5. Cairan Pendingin.

Merk : Castrol DC 282

3.6. Peralatan Pengukuran .

1. Alat ukur :

- Jangka sorong.
- Surface Tester Mitutoyo 301.
- Optical pre setting.

Alat pendukung : V block.

3.6.1. Surface Tester Mitutoyo 301

Spesifikasi :

- panjang : 260 mm.
- lebar : 153 mm.
- tinggi : 75 mm.
- berat : 1,4 kg

3.6.2. Printer.

- Type : Dot Impack
- Model : !60 Seiko Epson

3.6.3. Detektor.

- Metode deteksi : differensial Induktansi.
- Material stylus : intan.
- Radius ujung stylus : 5 mm
- Sumber daya : AC Adptor (10 V ; !,2 A).

3.7. Tempat Pengujian.

Pada Tugas Akhir ini kami melakukan pengujian di dua tempat yaitu :

1. Pengujian kekasaran permukaan dilakukan di BLK (Balai Latihan Kerja) Jalan Menanggal Raya 14 Surabaya.
2. Proses pemesinannya menggunakan mesin CNC yang ada di BLPT (Balai Latihan Pendidikan Teknik) Jalan Ketintang 30 Surabaya.

3.8. Prosedur Percobaan.

3.8.1. Persiapan.

1. Hidupkan mesin kemudian lakukan pengkondisian dengan menggerakkan spindel 3-5 kali CW dan CCW.
2. Pemasangan insert pahat pada tool holder.
3. Pemasangan tool holder pada tool turret.
4. Setting posisi pahat dengan alat ukur optical pre setting.
5. Setting PSO (Position Setting Offset).
6. Masukkan program.
7. Uji jalan program.

3.8.2. Pelaksanaan Percobaan.

1. Pasang material uji pada chuck lalu kencangkan.
2. Tutup pintu mesin.
3. Jalankan program dengan menekan cycle start.
4. Saat stopper tercapai mesin berhenti.
5. Buka pintu mesin.
6. Lepas benda kerja dari chuck, tarik benda kerja sepanjang stopper.
7. Kencangkan chuck.
8. Tutup pintu mesin.
9. Jalankan program dengan menekan cycle start 2X hingga benda kerja selesai dibubut.
10. Buka pintu mesin.

3.9. Prosedur Pengukuran.

3.9.1. Persiapan.

1. Siapkan alat ukur kekasaran.
2. Siapkan V block
3. Set-up ketinggian detector tester agar ujung tester terletak pada permukaan benda kerja kurang lebih 1mm.
4. Set-up alat ukur dengan cara sebagai berikut :

- switch sampling length pada posisi 0,8 mm.
- switch sampling span pada posisi 1mm.
- switch parameter pada posisi Ra.
- switch kurva dan text pada posisi ON.
- switch print pada posisi AUTO.
- switch satuan pada posisi mm.

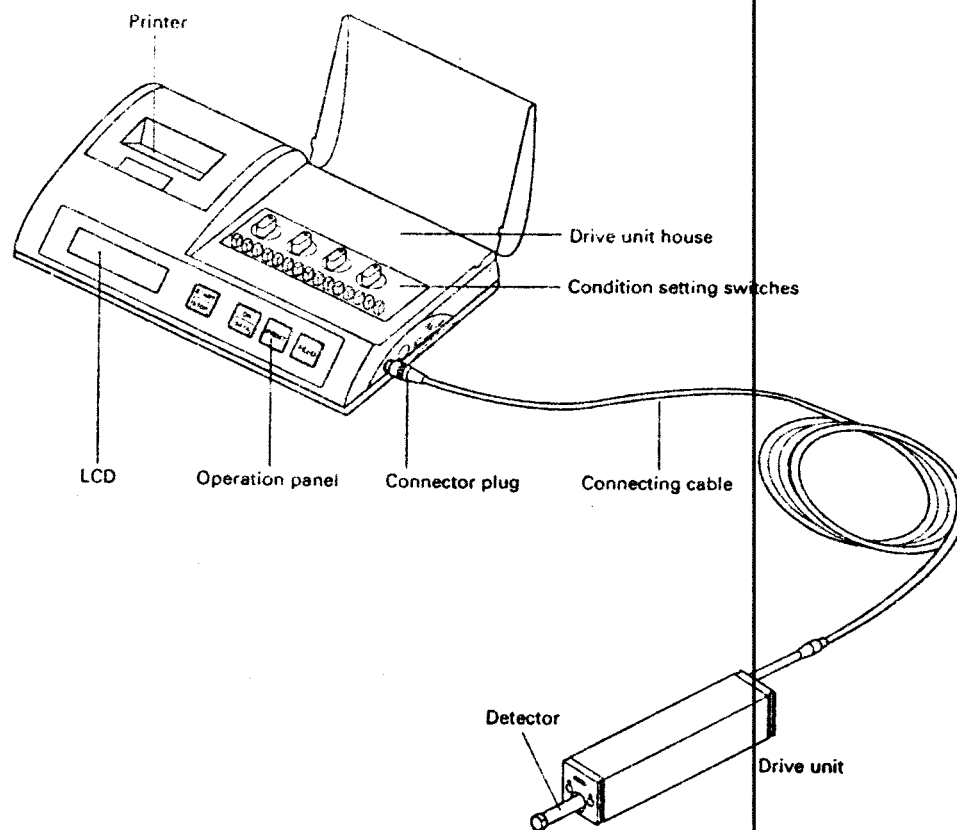
5. Kalibrasi alat ukur dengan spesimen standart yang tersedia dan kalibrasinya adalah 2,95 mm.

3.9.2. Pelaksanaan Pengukuran.

Setelah langkah persiapan dilakukan, maka dilanjutkan dengan pengukuran sample sebanyak 3 kali pengukuran.

Pelaksanaan pengukurannya adalah sebagai berikut :

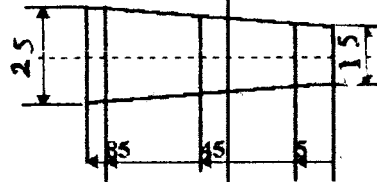
1. Tempatkan benda kerja pada V block.
2. Posisikan detektor dan ujung stylus tester pada permukaan benda kerja.
3. Tekan tombol start.
4. Pengukuran berlangsung dan kemudian hasil pengukuran tercetak pada kertas.

Surftest 301 Main Unit**Gb3.1. Bagian Utama Alat Ukur Surface Test Mitutoyo 301 (7)**

BAB 4 HASIL PERCOBAAN

4.1. Hasil Percobaan

- Untuk Roughing



Program	Benda	t (waktu)	Ra (roughness Average) μm		
			1	2	3
G 84	I	2'.1,5"	6,17	5,83	4,37
	II	2'.02"	3,13	2,0	1,49
	III	2'.06"	5,81	4,7	4,51
G 01	I	2'.58,9"	3,34	2,34	2,31
	II	2'.57"	3,12	3,12	2,53
	III	2'.58,9"	4,54	3,79	3,38

Tabel.4.1. Data roughing untuk G 84 dan G01

Dari tabel diatas untuk proses roughing, maka :

- Untuk benda I, II, III, kekasaran permukaan
 1. Posisi 1 program G 84 lebih tinggi nilai kekasaran permukaannya daripada G01.
 2. Posisi 2 program G 84 lebih tinggi nilai kekasaran permukaannya daripada G01.
 3. Posisi 3 program G 84 lebih tinggi nilai kekasaran permukaan daripada G01

Apabila data dari tabel 4.1. dibentuk dalam sebuah grafik, maka akan ditunjukkan pada grafik 4.1. yang merupakan proses roughing untuk program G 84 dan grafik 4.2. yang merupakan proses roughing untuk program G 01

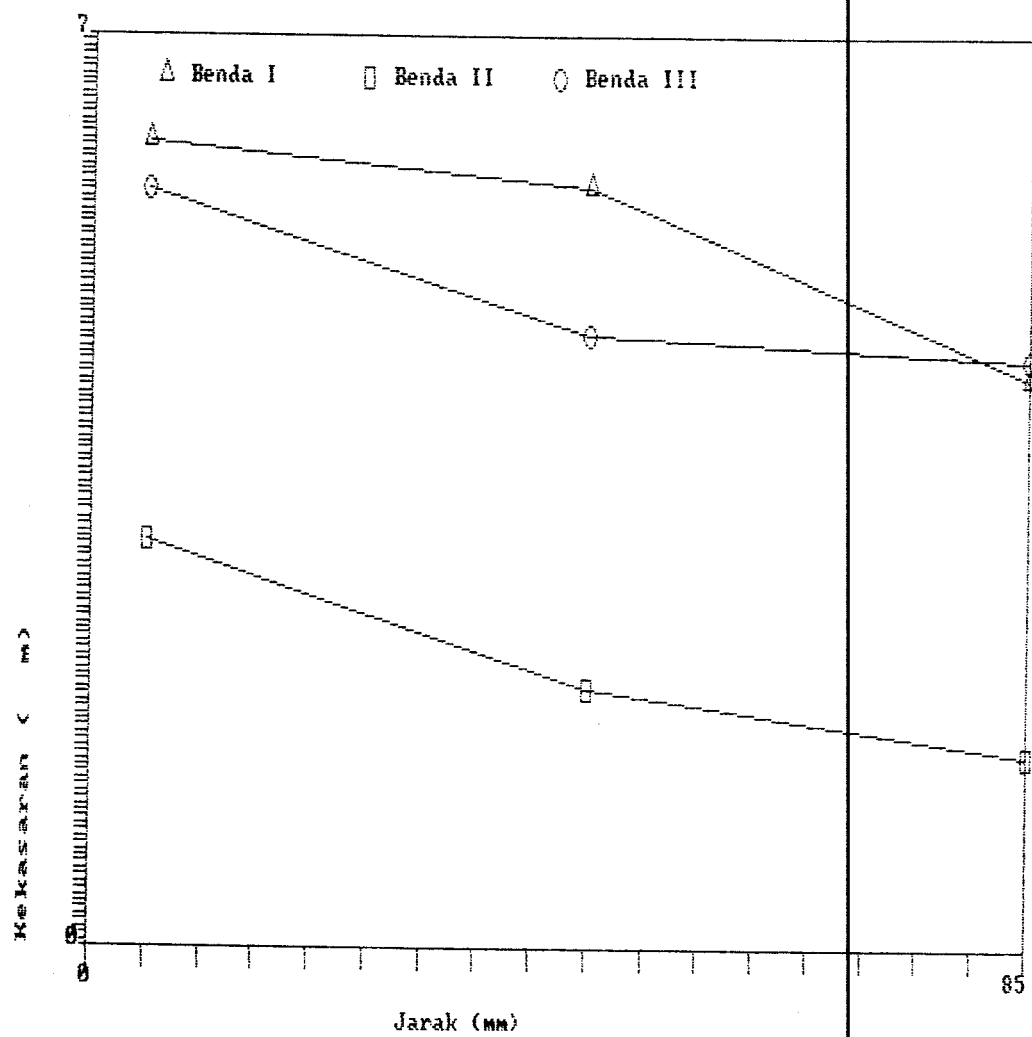
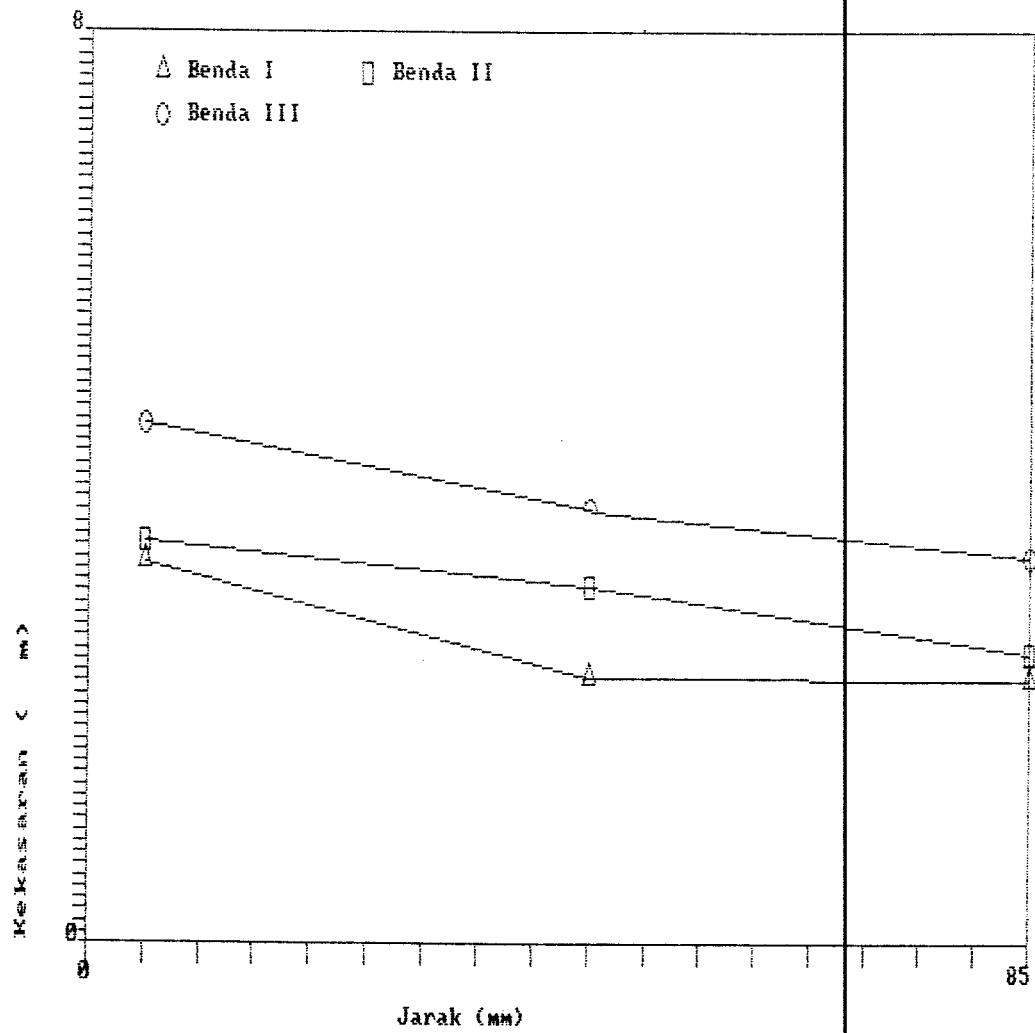
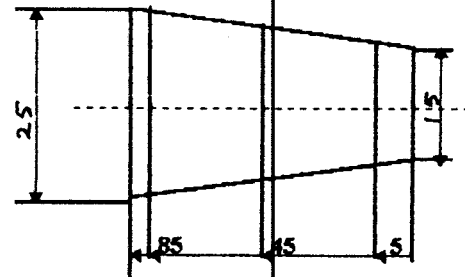


Fig.4.1. grafik Proses roughing untuk program G 84



Jb.4.2. grafik Proses roughing untuk program G 01

- Proses Finishing



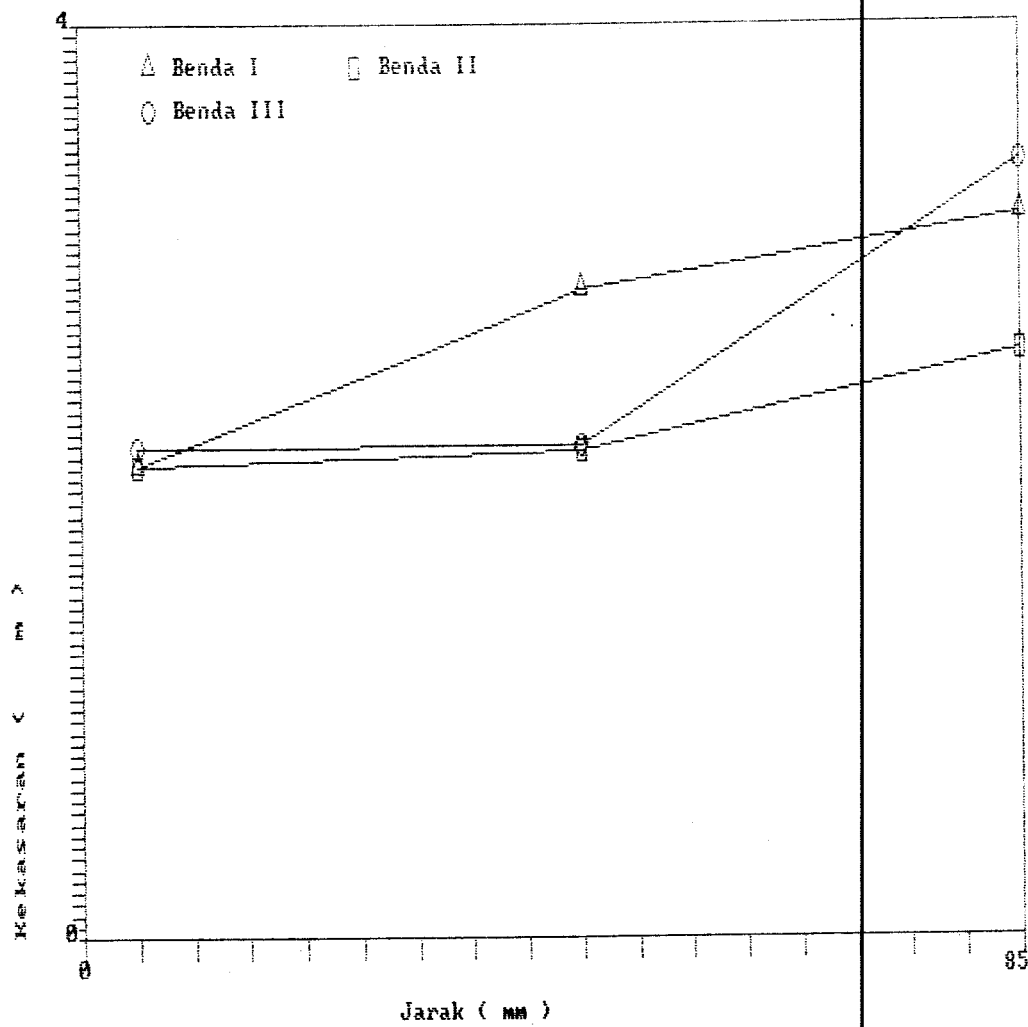
Program	Benda	t (waktu)	Ra (Roughness Average) μm		
			1	2	3
G 84	I	2'.3''	2,06	2,84	3,16
	II	2'.10,5''	2,06	2,13	2,15
	III	2'.12''	2,14	2,15	3,4
G 01	I	2'.27''	1,85	1,95	2,68
	II	2'.28''	1,31	1,76	3,28
	III	2'.26,5''	1,74	1,95	2,5

Tabel 4.2. Proses Finishing Program G 84 dan G01

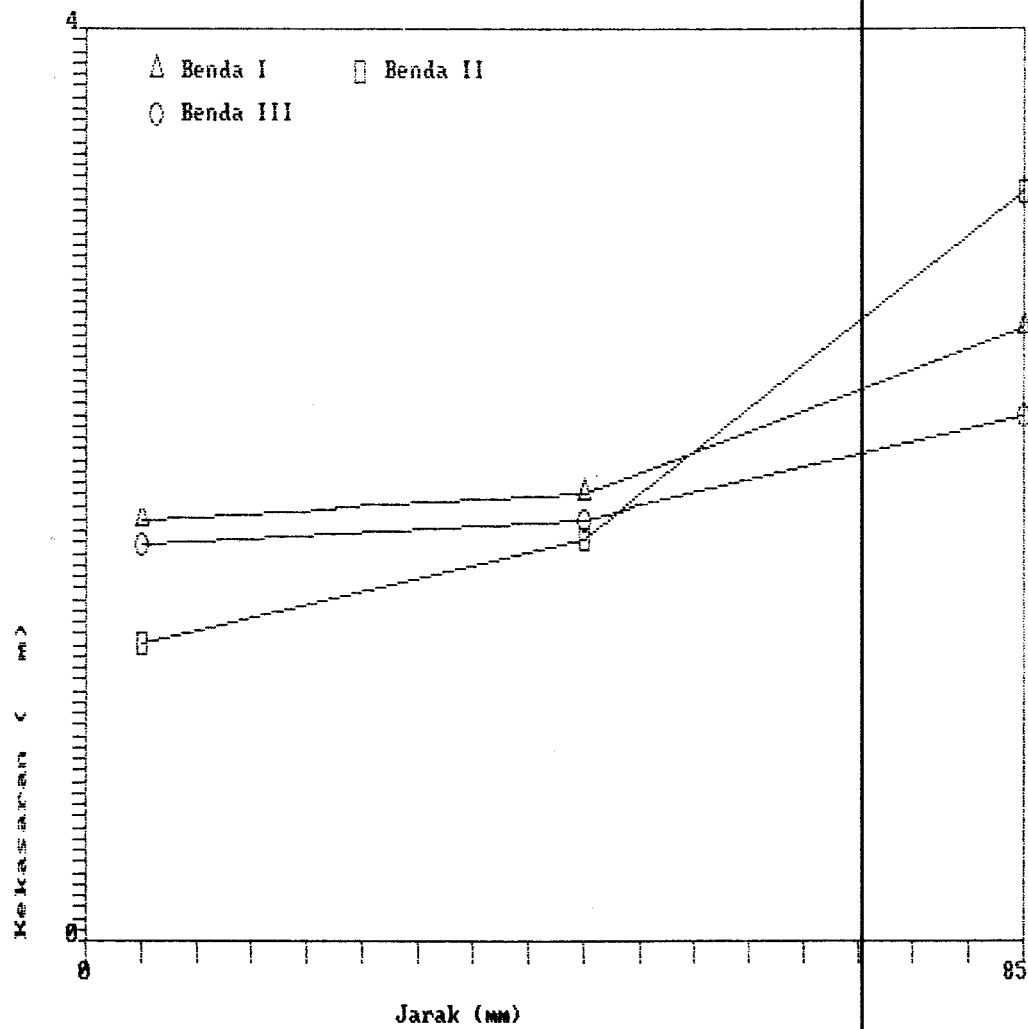
Dari tabel 4.2. diatas dapat dinyatakan bahwa untuk benda I, II, III, untuk proses finishing pada posisi :

- Posisi 1, nilai kekasaran permukaan program G84 lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kekasaran program G 01.
- Posisi 2, nilai kekasaran program G 84 lebih tinggi dibandingkan nilai kekasaran program G 01.
- Posisi 3, nilai kekasaran permukaan untuk program G 84 hampir sebanding dengan nilai kekasaran untuk program G 01

Apabila tabel 4.2. dibentuk dalam sebuah grafik, maka akan ditunjukkan pada grafik 4.3. yang merupakan proses finishing untuk program G 84 dan grafik 4.4. yang merupakan proses finishing untuk program G 01.



Gb.4.3. grafik Proses Finishing Program G 84



Jb.4.4. grafik Proses Finishing Program G 01

Dari grafik 4.1. dan grafik 4.2. , maka rata-rata untuk tiap posisi adalah sebagai berikut :

Proses Roughing

G 84
Posisi 1 (5 mm)

$$\begin{aligned}\Sigma Ra &= \frac{6,17 + 3,13 + 5,81}{3} \\ &= 5,036 \mu\text{m}\end{aligned}$$

Posisi 2 (45 mm)

$$\begin{aligned}\Sigma Ra &= \frac{5,83 + 2,0 + 1,49}{3} \\ &= 4,177 \mu\text{m}\end{aligned}$$

Posisi 3 (85 mm)

$$\begin{aligned}\Sigma Ra &= \frac{4,37 + 1,49 + 4,51}{3} \\ &= 3,457 \mu\text{m}\end{aligned}$$

G01
Posisi 1 (5 mm)

$$\begin{aligned}\Sigma Ra &= \frac{3,34 + 3,54 + 4,54}{3} \\ &= 3,870 \mu\text{m}\end{aligned}$$

Posisi 2 (45 mm)

$$\begin{aligned}\Sigma Ra &= \frac{2,34 + 3,12 + 3,79}{3} \\ &= 3,083 \mu\text{m}\end{aligned}$$

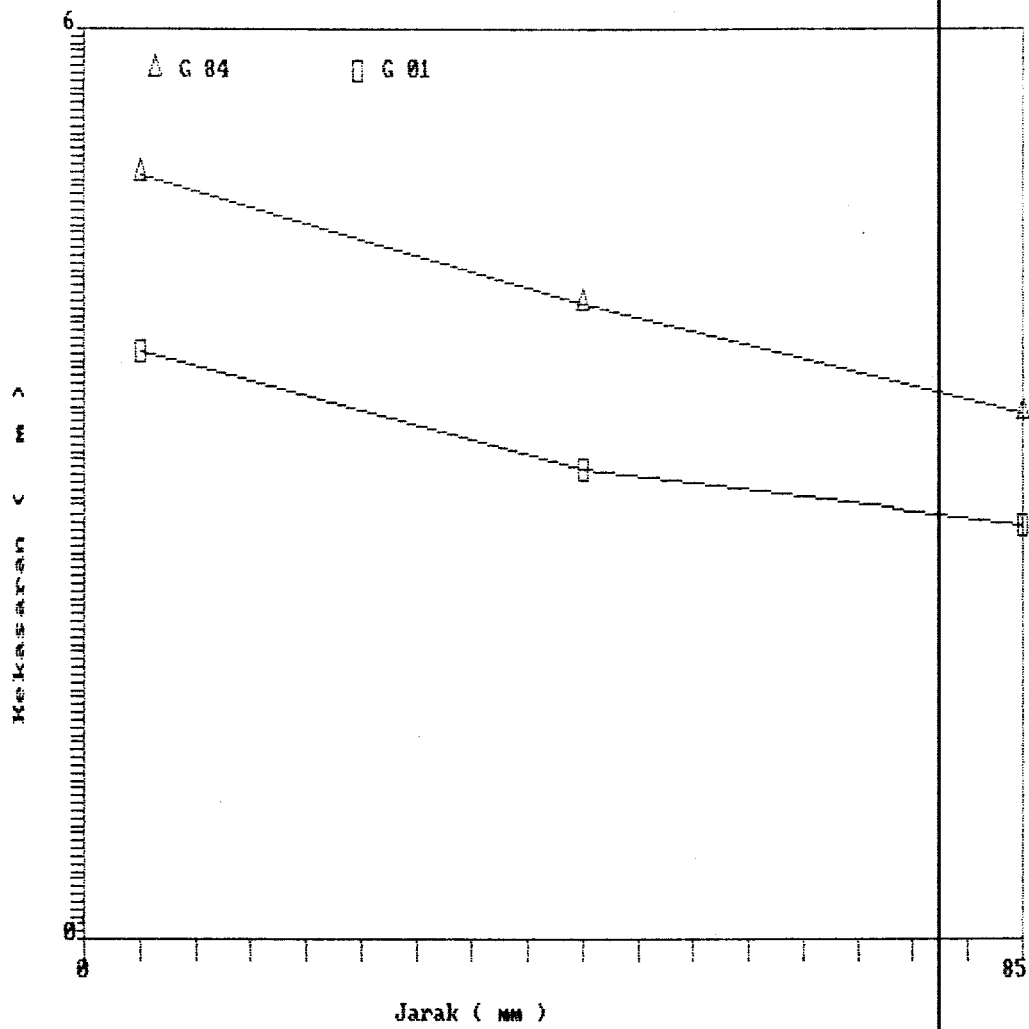
Posisi 3 (85 mm)

$$\begin{aligned}\Sigma Ra &= \frac{2,31 + 2,53 + 3,38}{3} \\ &= 2,74 \mu\text{m}\end{aligned}$$

Dari hitungan diatas :

- dapat dibuat grafik rata-rata untuk program G 84 dan program G 01
- semakin besar diameternya semakin rendah tingkat kekasarannya .
- pada jarak 5 mm kekasaran tinggi, lalu pada jarak 45 mm kekasaran menurun dan pada jarak 85 mm kekasaran semakin menurun.
- perbandingan program G 84 dan G 01 untuk roughing :
 - posisi 1 : $Ra \text{ G 84} > Ra \text{ G01}$
 - posisi 2 : $Ra \text{ G 84} > Ra \text{ G01}$
 - posisi 3 : $Ra \text{ G 84} > Ra \text{ G01}$
- untuk posisi 1 selisihnya : $5,036 - 3,087 = 1,229 \mu\text{m}$. Berarti untuk roughing pada posisi 1 program G 84 tingkat kekasarannya lebih tinggi $1,229 \mu\text{m}$ daripada G 01.

- untuk posisi 2 selisihnya : $3,106 - 3,083 = 0,023 \mu\text{m}$. Berarti untuk roughing pada posisi 2 program G 84 tingkat kekasarannya lebih tinggi $0.023 \mu\text{m}$ daripada G 01.
- untuk posisi 3 selisihnya : $3,457 - 2,740 = 0,717 \mu\text{m}$. Berarti untuk roughing pada posisi 3 program G 84 tingkat kekasarannya lebih tinggi $0.717 \mu\text{m}$ daripada G 01.



Gb.4.5. grafik rata-rata proses roughing program G84 dan G01

Dari grafik 4.3. dan grafik 4.4. , maka rata-rata untuk tiap posisi adalah sebagai berikut :

Proses Finishing

G 84
Posisi 1 (5 mm)

$$\Sigma Ra = \frac{2,06 + 2,06 + 2,14}{3}$$

$$= 2,0866 \mu m$$

Posisi 2 (45 mm)

$$\Sigma Ra = \frac{2,84 + 2,13 + 2,15}{3}$$

$$= 2,3733 \mu m$$

Posisi 3 (85 mm)

$$\Sigma Ra = \frac{3,16 + 2,15 + 3,4}{3}$$

$$= 2,9033 \mu m$$

G01
Posisi 1 (5 mm)

$$\Sigma Ra = \frac{1,85 + 1,31 + 1,74}{3}$$

$$= 1,6333 \mu m$$

Posisi 2 (45 mm)

$$\Sigma Ra = \frac{1,95 + 1,76 + 1,95}{3}$$

$$= 1,8867 \mu m$$

Posisi 3 (85 mm)

$$\Sigma Ra = \frac{2,68 + 3,28 + 2,5}{3}$$

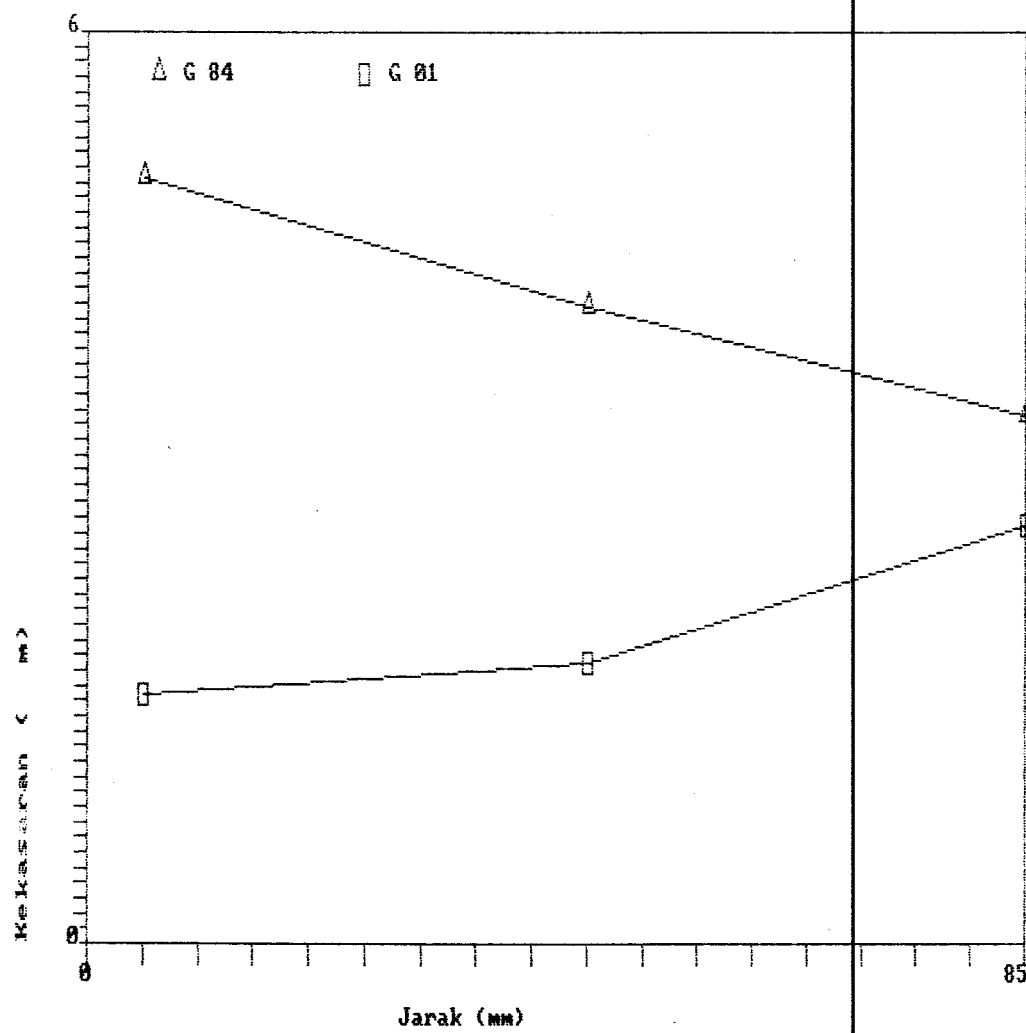
$$= 2,82 \mu m$$

Dari hitungan diatas :

- dapat dibuat grafik rata-rata untuk program G 84 dan program G 01
- semakin besar diameternya semakin tinggi tingkat kekasarannya .
- pada jarak 5 mm kekasaran rendah, lalu pada jarak 45 mm kekasaran meningkat dan pada jarak 85 mm kekasaran semakin tinggi.
- perbandingan program G 84 dan G 01 untuk finishing :
 - posisi 1 : Ra G 84 > Ra G01
 - posisi 2 : Ra G 84 > Ra G01
 - posisi 3 : Ra G 84 > Ra G01
- untuk posisi 1 selisihnya : $2,08666 - 1,6333 = 0,4533 \mu m$. Berarti untuk finishing

pada posisi 1 program G 84 tingkat kekasarannya lebih tinggi 0,4533 μm daripada G 01.

- untuk posisi 2 selisihnya : $2,3733 - 1,8867 = 0,4866 \mu\text{m}$. Berarti untuk finishing pada posisi 2 program G 84 tingkat kekasarannya lebih tinggi 0.4866 μm daripada G 01.
- untuk posisi 3 selisihnya : $2,9033 - 2,820 = 0,0833 \mu\text{m}$. Berarti untuk finishing pada posisi 3 program G 84 tingkat kekasarannya lebih tinggi 0.0833 μm daripada G 01.



Jb.4.6. grafik rata-rata proses finishing program G 84 dan G 01

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisa Uji Rataan

5.1.1. Analisa Uji Rataan Roughing

Untuk pengulangan spesimen sebanyak 3 kali, maka untuk semua posisi, yaitu posisi 1, posisi 2, dan posisi 3, adalah 9 kali.

Dari tabel 4.1. didapatkan hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{G 84 : nilai rata-ratanya} &= \frac{6,17 + 3,13 + 5,81 + 5,83 + 2,0 + 4,7 + 4,37 + 1,49 + 4,51}{9} \\ &= 4,223 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{standart deviasi} &= \frac{\sqrt{\frac{(6,17 - 4,223)^2 + (3,13 - 4,223)^2 + (5,81 - 4,223)^2 + (2,0 - 4,223)^2 + (4,7 - 4,223)^2 + (1,49 - 4,223)^2 + (4,51 - 4,223)^2}{9}}}{9} \\ &= 1,689 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{G 01 : nilai rata-ratanya} &= \frac{3,34 + 3,12 + 4,54 + 2,34 + 3,12 + 3,79 + 2,31 + 2,53 + 3,38}{9} \\ &= 3,163 \mu\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{standart deviasi} &= \sqrt{\frac{(3,34 - 3,163)^2 + (3,12 - 3,163)^2 + (4,54 - 3,163)^2 + (2,34 - 3,163)^2 + (3,12 - 3,163)^2 + (3,79 - 3,163)^2 + (2,31 - 3,163)^2 + (2,53 - 3,163)^2 + (3,38 - 3,163)^2}{9}} \\ &= 0,723 \end{aligned}$$

Dengan analisa uji rata-rata :

$$1. H_0 : \mu_1 = \mu_0$$

$$2. H_1 : \mu_1 < \mu_0.$$

$$3. \alpha = 0,05.$$

$$4. \text{Daerah kritis } Z_{\text{hit}} < -Z/\alpha.\text{tabel}$$

$$5. Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} ; \quad \text{dimana : } \bar{x} = \text{rata-rata G 01}$$

$$\sigma / \sqrt{n}$$

$$\mu_0 = \text{rata-rata G 84}$$

$$\sigma = \text{standart deviasi G 01}$$

$$n = \text{jumlah sampel}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{3,163 - 4,223}{0,723 / \sqrt{9}} \\ &= -4,398 \end{aligned}$$

$$Z_{\text{hit}} = -4,398$$

$$Z_{\text{tabel}} = -1,65$$

Kesimpulan : tolak H_0 karena Z_{hit} berada dalam daerah kritis. Sehingga program G 01 lebih baik daripada program G 84.

5.1.2. Analisa Uji Rataan Finishing

Untuk pengulangan spesimen sebanyak 3 kali, maka untuk semua posisi, yaitu posisi 1, posisi 2, dan posisi 3, adalah 9 kali.

Dari tabel 4.2. didapatkan hasil sebagai berikut :

$$G_{84} : \text{nilai rata-ratanya} = \frac{2,06 + 2,06 + 2,14 + 2,84 + 2,13 + 2,15 + 3,16 + 2,15 + 3,4}{9}$$

$$= 2,501 \mu\text{m}$$

$$\text{standart deviasi} = \frac{\sqrt{\frac{(2,06 - 2,501)^2 + (2,06 - 2,501)^2 + (2,14 - 2,501)^2 + (2,84 - 2,501)^2 + (2,13 - 2,501)^2 + (2,15 - 2,501)^2 + (3,16 - 2,501)^2 + (2,15 - 2,501)^2 + (3,4 - 2,501)^2}{9}}}{}$$

$$= 0,517$$

$$G_{01} : \text{nilai rata-ratanya} = \frac{1,85 + 1,31 + 1,74 + 1,95 + 1,76 + 1,95 + 2,68 + 3,28 + 2,50}{9}$$

$$= 2,113 \mu\text{m}$$

$$\text{standart deviasi} = \frac{\sqrt{\frac{(1,85 - 2,113)^2 + (1,31 - 2,113)^2 + (1,74 - 2,113)^2 + (1,95 - 2,113)^2 + (1,76 - 2,113)^2 + (1,95 - 2,113)^2 + (2,68 - 2,113)^2 + (3,28 - 2,113)^2 + (2,50 - 2,113)^2}{9}}}{}$$

$$= 0,598$$

Dengan analisa uji rataaan :

1. $H_0 : \mu_1 = \mu_0$
2. $H_1 : \mu_1 < \mu_0$.
3. $\alpha = 0,05$.
4. Daerah kritis $Z_{hit} < - Z/\alpha_{tabel}$

$$5. Z = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}} ; \quad \text{dimana : } \bar{x} = \text{rata-rata G 01}$$

$$\mu_0 = \text{rata-rata G 84}$$

$$\sigma = \text{standart deviasi G 01}$$

$$n = \text{jumlah sampel}$$

$$Z = \frac{2,113 - 2,501}{0,598 / \sqrt{9}}$$

$$= -1,946$$

$$Z_{\text{hit}} = -1,946$$

$$Z_{\text{tabel}} = -1,65$$

Kesimpulan : tolak H_0 karena Z_{hit} berada dalam daerah kritis. Sehingga program G 01 lebih baik daripada program G 84.

5.2. Pembahasan.

5.2.1. Pembahasan Proses Finishing.

- Untuk G 84 tingkat kekasaran semakin meningkat dengan semakin besarnya diameter (Gb. Grafik 4.3.).Hal ini disebabkan oleh : gerakan pahat G 84 mengenai 2 bidang yang berbeda(lampiran hal)
- Untuk G 01 tingkat kekasaran semakin meningkat dengan semakin besarnya diameter .(Gb.grafik 4.2.)Hal ini disebabkan oleh:gerakan pahat pada G 01 mengenai 1 bidang saja (lampiran hal.)
- Perbandingan tingkat kekasaran antara G 84 dan G 01 adalah

-Untuk G 01 tingkat kekasaran lebih rendah (lebih halus) daripada G 84, ini disebabkan pada G 01 waktu proses pemesinan relatif lama, sehingga pergeseran pahat pada benda kerja lebih lambat, maka hampir seluruh permukaan terkena pergeseran pahat.

-Untuk G 84 waktu proses pemesinan relatif singkat, sehingga pergeseran pahat pada benda kerja lebih cepat, maka ada bagian permukaan yang terlewati.

5.2.2.Pembahasan Proses Roughing.

- Perbandingan antara G 84 dan G 01 tingkat kekasaran pada G 84 lebih tinggi daripada G 01.

Hal ini disebabkan oleh :Pada G 01 hasil roughing adalah bertingkat (step), sehingga pada waktu pengukuran tepat pada daerah tersebut, yang kekasaran tiap tingkat (step) hampir sama.

Pada G 84 hasil roughing adalah sesuai dengan bentuk tirus, sehingga pada waktu pengukuran hasil tiap posisi akan terjadi perbedaan.

Bentuk roughing dan letak pengukuran terlihat pada lampiran halaman 63

Untuk proses roughing pada program G 84 tingkat kekasaran tiap posisi berbeda jauh karena bentuk akhir dari roughing seperti tirus, sehingga pada waktu pengukuran terdapat perbedaan yang besar.Dari hasil analisa didapatkan bahwa program G 01

lebih baik daripada G 84, meskipun terdapat perbedaan yang kecil tingkat kekasarannya karena sifat dari mesin CNC adalah lebih teliti dan tepat.

BAB 6

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa proses dari mesin bubut CNC EMCOTURN 242-T untuk benda kerja bentuk tirus dengan material dan geometri yang sama, didapat kekasaran permukaan pada program G01 yang lebih baik dibandingkan dengan kekasaran permukaan yang dihasilkan dari program G 84 . Dari hasil analisa didapatkan bahwa program G 01 lebih baik daripada G 84, meskipun terdapat perbedaan yang kecil tingkat kekasarannya karena sifat dari mesin CNC adalah lebih teliti dan tepat.

1. Setelah dihitung nilai rata-rata dari proses roughing untuk G 84 didapatkan rata-rata kekasaran permukaannya adalah $4,223 \mu\text{m}$, dan untuk program G 01 didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata adalah: $3,163 \mu\text{m}$. Sehingga selisih kekasaran permukaan rata-rata dari program G 84 dan program G 01 adalah $1,06 \mu\text{m}$, dimana program G 01 lebih halus dari program G 84.
2. Untuk proses finishing didapat rata-rata kekasaran permukaan untuk semua posisi dari program G 84 adalah : $2,501 \mu\text{m}$, dan untuk program G 01 didapatkan nilai kekasaran permukaan rata-rata $2,113 \mu\text{m}$. Sehingga selisih nilai kekasaran permukaan rata-rata adalah $0,388 \mu\text{m}$, dimana program G 01 lebih halus daripada program G 84.

3. Dari nilai kekasaran permukaan rata-rata untuk tiap posisi pada proses roughing adalah pada jarak 5 mm untuk program G 84 adalah $5,036 \mu\text{m}$ dan untuk program G 01 adalah $3,870 \mu\text{m}$; pada jarak 45 mm untuk program G 84 adalah $4,177 \mu\text{m}$ dan untuk program G 01 adalah $3,083 \mu\text{m}$; pada jarak 85 mm untuk program G 84 adalah $3,457 \mu\text{m}$ dan untuk program G 01 adalah $3,740 \mu\text{m}$. Sehingga selisih kekasaran permukaan rata-rata untuk posisi 5 mm adalah $1,229 \mu\text{m}$, posisi 45 mm selisih kekasaran permukaan rata-rata adalah $0,023 \mu\text{m}$, dan untuk posisi 85 mm selisih kekasaran permukaan rata-rata adalah : $0,717 \mu\text{m}$, dimana program G 01 untuk tiap posisi lebih baik daripada G 84.
4. Dari nilai kekasaran permukaan rata-rata untuk tiap posisi pada proses finishing adalah pada jarak 5 mm untuk program G 84 adalah $2,086 \mu\text{m}$ dan untuk program G 01 adalah $1,633 \mu\text{m}$; pada jarak 45 mm untuk program G 84 adalah $2,373 \mu\text{m}$ dan untuk program G 01 adalah $1,886 \mu\text{m}$; pada jarak 85 mm untuk program G 84 adalah $2,903 \mu\text{m}$ dan untuk program G 01 adalah $2,820 \mu\text{m}$. Sehingga selisih kekasaran permukaan rata-rata untuk posisi 5 mm adalah $0,453 \mu\text{m}$, posisi 45 mm selisih kekasaran permukaan rata-rata adalah $0,486 \mu\text{m}$, dan untuk posisi 85 mm selisih kekasaran permukaan rata-rata adalah : $0,083 \mu\text{m}$, dimana program G 01 untuk tiap posisi lebih baik daripada G 84.
5. Untuk proses finishing pada program G 84 dan program G 01 nilai kekasaran permukaan semakin yinggi dengan semakin besarnya diameter tirus. Terjadinya

perbedaan hasil kekasaran permukaan antara program G 84 dan program G 01 adalah pada program G 84 gerakan pahat menyentuh 2 bidang yang berbeda, sedangkan pada program G 01 hanya pada 1 bidang saja.

Untuk proses roughing pada program G 84 tingkat kekasaran tiap posisi berbeda jauh karena bentuk akhir dari roughing seperti tirus, sehingga pada waktu pengukuran terdapat perbedaan yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dasar-dasar Teknik dan Pemrograman CNC ;
David Gibbs & Thomas M. Crandell
2. Teknik Pemrograman dan Aplikasi CNC ;
J.J. M. Holle Brandse.
3. Menggambar Mesin menurut standart ISO ;
Sato, G. Takashi & Sugiarto ;
PT. Pradnya Paramita, Jakarta 1986.
4. Machine Tool Metal Working Principles & Practise ;
John L. Feirer & Earl E. Tatro.
5. All about Machine Tools ;
Henric Gerling.
6. Teori dan Proses Pemesinan ;
Taufiq Rochim ; Lab. Teknik Produksi & Metrollogi Industri ;
Jurusan Teknik Mesin , FTI - ITB.
7. Measurement Tester Surface Book.
8. Ilmu Peluang dan Statistika untuk Insinyur dan Ilmuwan ;
Ronald E. Walpole & Raymond H. Myers.
9. Hand Book about Surface Roughness.
10. Fundamentals of metal machining and machine tools
Boothriyd

PENUTUP

Puji syukur penyusun ucapkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-NYA yang telah dilimpahkan kepada hambanya, karena penyusun telah menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Dalam menyusun Tugas Akhir ini penyusun telah berusaha sebaik mungkin. Tetapi sebagai manusia biasa tak lepas dari kesalahan dalam menyusun Tugas Akhir ini, Penyusun juga tak luput dari kesalahan-kesalahan dan ketidak sempurnaan.

Akhir kata, penyusun mengharapkan Tugas Akhir ini berguna dan bermanfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi pembaca pada umumnya.

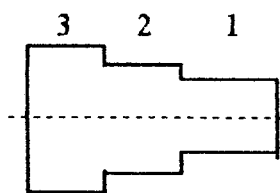
Penyusun

POSITIONS SHIFT OFFSET (PSO)

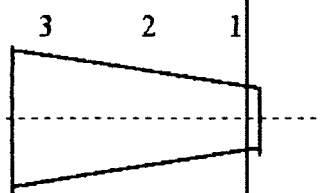
	X	Y	Z
1	0	0	111,637
2	0	0	137,812
3	0	0	0
4	0	0	0
5	0	0	170

REFERENS

X. 245,785 (diameter max.)
Z. 408,620 (titik nol mesin ke tool turret)
F. 300
S. 0



Gb.5.1. bentuk roughing G01



Gb.5.2. bentuk roughing G84

PROGRAM G 84

N	G	X	Z	F	S, T, M
00	G 55, G 92	X 0.00	Z 170.		
10	G 59				
20	G 96, G 95			F 100	S 125, T 0303 M04, M08
30					
40	G 00	X 26.	Z 2.		
50	G 84	X 15.500	Z -30. P2=-90. D3=1000		
60	G 00	X 150.	Z 25	F 150	T 0202
70		X 15.	Z 2.		
80	G 01, G 42		Z 0.		
90			Z -30. P2=-90 D3=1000		
100		X 25.	Z -120.		
110			Z -160.		
120		X 26.			
130	G 00, G 40	X 150.			M 05, M 09
140			Z 25.		
150	G 53, G 56				T 000 M 30
160					

Program G 01

N	G	X	Z	F	S, T, M	
00	G 55, G 92	X 0.	Z 170.			
10	G 59					
20	G 96, G 95			F 100	S 125, M 04	M 08, T 0303
30	G 00	X 23.	Z 2.			
40	G 01		Z -100			
50		X 24.				
60			Z 2.			
70		X 21.				
80	G 01		Z -85.			
90		X 23.				
100	G 00		Z 2.			
120		X 19.				
130	G 01		Z -63.			
140		X 21.				
150	G 00		Z 2.			
160		X 17.				
170	G 01		Z -45.			
180		X 19				
190	G 00		Z 2.			
200		X 15				
210	G 01		Z -30.			
220		X 17.				
230	G 00		Z 2.	F 150	S 150. T 0202	
240		X 15				
250	G 01, G 42		Z 0.			
260			Z -30.			
270		X 25	Z -120.			
280			Z -160.			
290		X 26.				
300	G 00, G 40	X 150.			M 05, M 09	
310			Z 25.			
320	G 53, G 56				T 0000	
330					M 30	

ISO Coromant carbide grades for turning

			Basic grades	Supplementary grades	Grades for special application
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	01 C8	S1P	F 02
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	10 C7	GC 015	S2
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	15 C7	GC 1025	S4
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	20 C6	GC 135	S35
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	25 C6	S6	R4
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	30 C5	S6	R4
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	35 C5	S6	R4
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	40 C5	S6	R4
P	Steel, cast steel, long chipping, malleable iron	Basic grades	50 C5	S6	R4
M	Steel, cast steel, manganese steel, alloy cast iron, austenitic steels, malleable iron, free-cutting steel	Basic grades	10 —	R1P	SH
M	Steel, cast steel, manganese steel, alloy cast iron, austenitic steels, malleable iron, free-cutting steel	Basic grades	20 —	GC 135	H 20
M	Steel, cast steel, manganese steel, alloy cast iron, austenitic steels, malleable iron, free-cutting steel	Basic grades	30 —	SE	H 20
M	Steel, cast steel, manganese steel, alloy cast iron, austenitic steels, malleable iron, free-cutting steel	Basic grades	40 —	R4	H 20
M	Steel, cast steel, manganese steel, alloy cast iron, austenitic steels, malleable iron, free-cutting steel	Basic grades	50 —	R4	H 20
K	Cast iron, chilled cast iron, short chipping, malleable iron, hardened steel, non ferrous metals, plastics, wood	Basic grades	01 C4	H 05	H 05
K	Cast iron, chilled cast iron, short chipping, malleable iron, hardened steel, non ferrous metals, plastics, wood	Basic grades	10 C3	GC 1025	H 10
K	Cast iron, chilled cast iron, short chipping, malleable iron, hardened steel, non ferrous metals, plastics, wood	Basic grades	20 C2	H 20	H 10
K	Cast iron, chilled cast iron, short chipping, malleable iron, hardened steel, non ferrous metals, plastics, wood	Basic grades	30 C1	H 20	H 10

PENJELASAN TABEL :

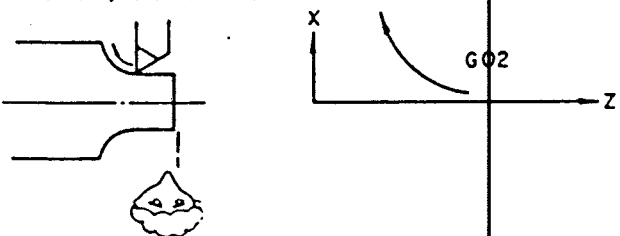
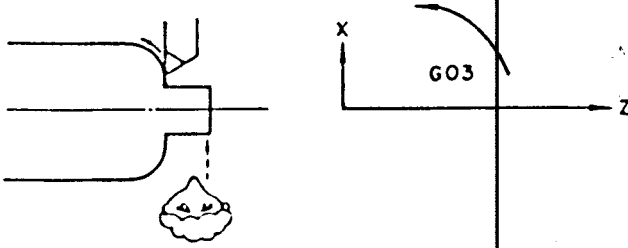
65

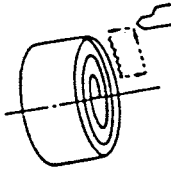
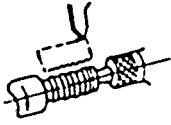
- P 01 : Dipakai untuk finishing pada baja dan baja tuang dalam kondisi yang stabil.
Kecepatan potong sangat tinggi dengan feed yang lambat.
- P 10, P 20 : Digunakan pada pembubutan ringan dan sedang untuk baja dan baja tuang pada kondisi yang kurang menguntungkan. Medium cutting speed dan medium feed.
- P 30, P40 : Dipakai untuk pembubutan sedang dan berat pada baja dan baja tuang pada kondisi tidak menguntungkan. Medium cutting speed dengan feed berat.
- P 50 : Dipakai untuk membubut baja atau baja tuang dengan kondisi sulit. Medium cutting speed dengan feed sangat berat.
- K-01 : Dipakai untuk pembubutan halus untuk material non metal dengan sifat abrasive yang tinggi.

- K 05 : Dipakai pada pembubutan cast iron yang terdapat chilled. 66
- K 10 : Dipakai pada pembubutan dan threading material cor, non ferrous, fibber, plastik, hard paper, bronze, graphite.
- K 15 : Digunakan pada pembubutan cash iron dengan cutting speed sedang dan tinggi.
Digunakan untuk finishing dan pembubutan ringan.
- K 20, K 30 : Dipakai untuk pembubutan cast iron yang berat pada kondisi yang tidak menguntungkan. Kecepatan potong yang rendah dengan feed yang berat.

1-11 PROGRAMMING CODES AND WORD FORMAT (1 MM TAPE INPUT UNIT SYSTEM)

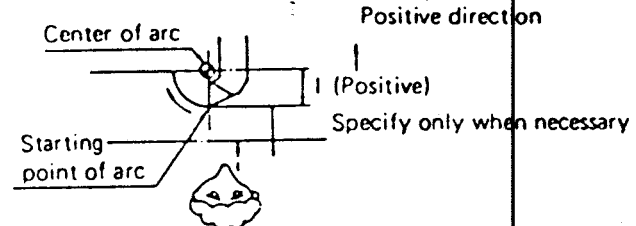
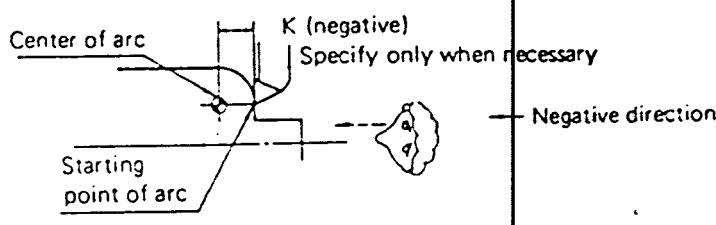
Word Format or Code	Associated Information and Function
% (ER)	Commanded at the beginning of a part program tape. ISO % EIA ER
LF (CR)	Commanded at the end of each block. ISO LF (Line Feed) EIA CR (Carriage Return)
Ooooo	<p>Program Number or Program Name</p> <p>Entered at the beginning of a part program to identify respective programs.</p> <p>Program Number : Up to four numeric characters following address character "O" are used to indicate a Program Number.</p> <p>Program Name : When an alpha character appears following address character "O", such expression is referred to as "Program Name". Up to three alphanumerics can be used following the first alpha character.</p> <p>Note 1: No spacing or other information is allowed between address character "O" and its following number or name. Program number or name must be expressed in up to four alphanumerics without spacing in between the characters.</p> <p>Note 2: Program number or name must be located at the beginning of a part program; sequence number or name or other information cannot be placed before the program number or name.</p> <p>Note 3: Command such as a G code cannot be provided right after a program number or name.</p>
Noooo	<p>Sequence Number or Sequence Name</p> <p>Entered at the beginning of each block to identify respective blocks in a part program.</p> <p>Numbers are usually used to indicate the execution order of blocks. Although program numbers are generally assigned with consecutive numbers, such numbers may not necessarily be consecutive. Sequence name is used to identify a specific block in a part program.</p> <p>Sequence Number : Up to four numeric characters following address character "N" are used to indicate a Sequence Number.</p> <p>Sequence Name : When an alpha character appears following address character "N", such expression is referred to as "Sequence Name". Up to three alphanumerics can be used following the first alpha character.</p> <p>Note 1: No spacing or other information is allowed between address character "N" and its following number or name. Sequence number or name must be expressed in up to four alphanumerics without spacing in between the characters.</p> <p>Note 2: When a sequence name is used, be sure to place a space code or a tab code following the name.</p>

Word Format or Code:	Associated Information and Function
X±000.000	<p>Dimension Word: Diameter</p> <p>Used to specify X-axis coordinate in diameter.</p> <p>For details, refer to 1-4.</p>
Z±000.000	<p>Dimension Word: Longitudinal Dimension</p> <p>Used to specify Z-axis coordinate.</p> <p>For details, refer to 1-4.</p>
G00	<p>G code: Two numeric characters following address character G establishes the mode of axis motion.</p>
G00	<p>Rapid Feed</p> <p>Used to feed the axes at a rapid feedrate to the commanded coordinate position.</p> <p>For details, refer to 2-1.</p>
G01	<p>Linear Interpolation</p> <p>Used to cut a straight line parallel to X- or Z-axis or a taper. Feedrate to be employed in this mode is commanded by an F word, F0000.</p> <p>For details, refer to 2-2 and 2-3.</p>
G02	<p>Circular Interpolation, CW</p> <p>Used to cut an arc in the clockwise direction. Feedrate to be employed is commanded by an F word, F0000, as in G01 mode.</p> <p>For details, refer to 2-4.</p> 
G03	<p>Circular Interpolation, CCW</p> <p>Used to cut an arc in the counterclockwise direction. Feedrate to be employed is commanded by an F word, F0000, as in G01 mode.</p> <p>For details, refer to 2-4.</p> 

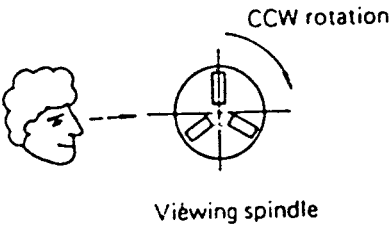
Word Format or Code	Associated Information and Function
G04	<p>Dwell</p> <p>Used to activate Dwell function which stops axis motion for any required duration of time during a machining cycle.</p> <p>Duration of dwell motion is programmed in an F word: G04 F0000.</p> <p>G04 F12.3 stops axis motion for 12.3 seconds, for instance.</p>
G13	<p>Turret Selection: A Turret</p> <p>Used to select the turret to be used for two-turret model.</p> <p>For details, refer to 1-5 and 1-6.</p>
G14	<p>Turret Selection: B Turret</p> <p>Used to select the turret to be used for two-turret model.</p> <p>For details, refer to 1-5 and 1-6.</p>
G31	<p>Fixed Thread Cutting Cycle</p> <p>See explanation of G33.</p>
G32	<p>Fixed Thread Cutting Cycle: End Face (Transverse)</p> <div data-bbox="735 1317 906 1485">  </div> <p>Automatic thread cutting cycle as left is executed.</p> <p>For details, refer to 3-1 and 3-2.</p>
G33	<p>Fixed Thread Cutting Cycle: Longitudinal</p> <div data-bbox="775 1608 946 1731">  </div> <p>Automatic thread cutting cycle as left is executed.</p> <p>For details, refer to 2-5, 3-1 and 3-2.</p>
G34	<p>Variable Lead Thread Cutting Cycle: Increasing Lead</p> <p>Used to call for increasing lead thread cutting cycle.</p> <p>For details, refer to 3-1 and 3-2.</p>

Word Format or Code	Associated Information and	Function
G94	Feedrate Mode: mm/min. mode Used to establish mm/min. feedrate mode. For details, refer to 9.	
G95	Feedrate Mode: mm/rev. mode Used to establish mm/rev. feedrate mode. For details, refer to 9. When the Control is reset, it is in G95 mode.	
G96	Constant Speed Cutting ON Used to establish constant speed cutting mode. For details, refer to 3-3.	
G97	Constant Speed Cutting OFF Used to cancel constant speed cutting mode. For details, refer to 3-3.	
G100	Priority Command for A or B Turret Independent Cutting Used to designate priority of turret for independent cutting. (active only on 2S model) For details, refer to 6-2.	
G110	Constant Speed Cutting on A Turret Used to establish constant speed cutting mode for A turret. (active only on 2S model) When the Control is reset, it is in G110 mode. For details, refer to 3-3 and 6.	
G111	Constant Speed Cutting on B Turret Used to establish constant speed cutting mode for B turret. (active only on 2S model) For details, refer to 3-3 and 6.	

Word Format or Code	Associated Information and Function
G35	<p>Variable Lead Thread Cutting Cycle: Decreasing Lead</p> <p>Used to call for decreasing lead thread cutting cycle.</p> <p>For details, refer to 3-1 and 3-2.</p>
G40	<p>Tool Nose Radius Compensation: Cancel</p> <p>Used to cancel tool nose radius compensation function.</p>
G41	<p>Tool Nose Radius Compensation: ID Ordinary Cutting</p> <p>Used to call for tool nose radius compensation mode for ordinary ID cutting cycle.</p>
G42	<p>Tool Nose Radius Compensation: OD Ordinary Cutting</p> <p>Used to call for tool nose radius compensation mode for ordinary OD cutting cycle.</p>
G50	<p>Maximum Spindle Speed Designation</p> <p>Used to set the allowable maximum spindle speed.</p> <p>For details, refer to 3-3.</p> <p>Zero Offset</p> <p>Used to establish a zero point.</p> <p>For details, refer to 10.</p>
G64	<p>Droop Control OFF</p> <p>Used to turn off droop control mode.</p> <p>For details, refer to 8.</p>
G65	<p>Droop Control ON</p> <p>Used to turn on droop control mode.</p> <p>For details, refer to 8.</p>
G90	<p>Absolute Programming</p> <p>Used to establish absolute programming mode.</p> <p>When the Control is reset, it is in G90 mode.</p> <p>For details, refer to 3-4.</p>
G91	<p>Incremental Programming</p> <p>Used to establish incremental programming mode.</p> <p>For details, refer to 3-4.</p>

I±000.000	<p>Used to specify the distance of the center of the arc with respect to the starting point of it in X-axis direction.</p>  <p>Center of arc</p> <p>Starting point of arc</p> <p>Positive direction</p> <p>I (Positive)</p> <p>Specify only when necessary</p> <p>For details, refer to 2-4.</p> <p>Used to specify the taper amount in radius, in G31 and G33 longitudinal thread cutting fixed cycle.</p> <p>Used to specify the shift amount of thread cutting starting point from the cycle starting point, in G32 transverse thread cutting fixed cycle.</p> <p>For details, refer to 3-1.</p>
K±000.000	<p>Used to specify the distance of the center of the arc with respect to the starting point of it in Z-axis direction.</p>  <p>Center of arc</p> <p>Starting point of arc</p> <p>K (negative)</p> <p>Specify only when necessary</p> <p>Negative direction</p> <p>For details, refer to 2-4.</p> <p>Used to specify the taper amount in G32 transverse thread cutting cycle.</p> <p>Used to specify the shift amount of thread cutting starting point from the cycle starting point, in G31 and G33 longitudinal thread cutting cycle.</p> <p>For details, refer to 3-1.</p>
F0.000	<p>Used to specify axis feedrate. On lathes, a feedrate is programmed in "mm/rev"</p> <p>F0.5 indicates the feedrate 0.50 mm/rev. To feed the axis at a rate of 0.03 mm/rev., specify F0.03.</p> <p>Feedrate smaller than 1 mm unit can be commanded as F0.0123.</p> <p>For details, refer to 2-2.</p> <p>Used to specify duration of dwell motion in G04 mode.</p>
E0.000	<p>Used to specify lead variation rate per lead in variable lead thread cutting.</p> <p>For details, refer to 3-1.</p> <p>Used to specify the feedrate in LAP cycle when cutting is performed along the contour.</p>

Word Format or Code	Associated Information and Function
T0000 T000000	<p>Tool Selection Command</p> <p>4-digit T command without tool nose radius compensation function</p> <p>6-digit T command with tool nose radius compensation function</p> <p>For details, refer to 1-6.</p>
S0000	<p>Spindle Speed Command</p> <p>Used to specify a spindle speed.</p> <p>Cutting Speed Command (in G96 mode)</p> <p>Used to specify a cutting speed.</p>
M00	<p>M Code: Two numeric characters following address character M performs various miscellaneous machine functions such as Spindle CW/CCW, Coolant ON/OFF, etc.</p>
M00	<p>Program Stop</p> <p>When M00 is executed, machine operation goes into cycle stop state; spindle rotation and coolant supply are also brought to a stop.</p> <p>To continue execution of the part program, press the CYCLE START button.</p> <p>This Program Stop function is effectively used for measuring finished dimensions and also for removing chips during cycle.</p>
M01	<p>Optional Stop</p> <p>M01 performs the same function as M00 Program Stop, except that the Control ignores programmed M01 codes unless the OPTIONAL STOP switch is turned ON.</p>
M02	<p>End of Program</p> <p>M02 provided at the end of a part program resets the Control.</p>
M03	<p>Spindle CW</p> <p>M03 starts the spindle in the clockwise direction.</p> <div data-bbox="684 1697 999 1910" data-label="Image"> <p>The diagram illustrates the perspective for viewing the spindle. A person's head is shown on the left, looking towards a circular spindle on the right. A curved arrow above the spindle indicates a clockwise (CW) rotation. Below the diagram, the text 'Viewing spindle' is written.</p> </div> <p>For details, refer to 1-8.</p>

Word Format or Code	Associated Information and Function
M04	<p>Spindle CCW M04 starts the spindle in the counterclockwise direction.</p>  <p>For details, refer to 1-8.</p>
M05	<p>Spindle Stop M05 stops spindle rotation.</p>
M08	Coolant ON
M09	Coolant OFF
M22	<p>Cancel of M23 For details, refer to 3-2.</p>
M23	<p>Chamfering ON M23 executes chamfering using a fixed cycle, in G31 through G33 thread cutting cycle. For details, refer to 3-2.</p>
M24	<p>Chuck Barrier Function/Tool Interference Check OFF For details, refer to 7.</p>
M25	<p>Chuck Barrier Function/Tool Interference Check ON For details, refer to 7.</p>
M26	<p>Thread Lead along Z-Axis Thread lead is referenced to Z-axis in G34 and G35 thread cutting cycle. When the Control is reset, it is in M26 mode. For details, refer to 3-2.</p>

Word Format or Code	Associated Information and Function
M27	Thread Lead along X-Axis Thread lead is referenced to X-axis in G34 and G35 thread cutting cycle. For details, refer to 3-2.
M30	End of Tape M30 provided at the end of a part program resets the Control. For OSP, usually M02 is used as the program end indicating command. However, M30 can be used instead of M02.
M32	Straight Infeed along Thread Face Mode M32 infeeds the thread cutting tool along the thread face being cut. When the Control is reset, it is in M32 mode. For details, refer to 13.
M33	Zig-Zag Infeed in Thread Cutting M33 infeeds the thread cutting tool in zig zag mode. For details, refer to 13.
M40	Spindle Neutral M40 places the spindle drive gear trains in neutral state. (active only for LC30, 40 and 50)
M41	Spindle Speed Range Selection
M42	Spindle Speed Range Selection
M43	Spindle Speed Range Selection
M44	Spindle Speed Range Selection For details of M41 through M44, refer to 1-7.
M55	Tailstock Quill Retract
M56	Tailstock Quill Advance
M60	Cancel of M61 For details, refer to 3-3.

Word Format or Code:	Associated Information and Function
M61	With M61 active, blocks of commands are continuously executed in constant speed cutting mode without waiting for arrival of the spindle speed corresponding to the programmed constant cutting speed. For details, refer to 3-3.
M73	Pattern of Thread Cutting For details of M73 through M75, refer to 13.
M74	Pattern of Thread Cutting For details of M73 through M75, refer to 13.
M75	Pattern of Thread Cutting For details of M73 through M75, refer to 13.
M86	Turret Indexing Direction: Reverse M86 rotates the turret in the reverse direction as T4 → T3 → T2 → T1. For details, refer to 1-6.
M87	Turret Indexing Direction: Forward M87 rotates the turret in the forward direction as T1 → T2 → T3 → T4. For details, refer to 1-6.
M83	Chuck Clamp
M84	Chuck Unclamp
M88	Air Blower ON
M89	Air Blower OFF
M90	Door (Cover) Close
M91	Door (Cover) Open
/	Block Delete The block delete slash code is provided either at the beginning of a block or right after sequence name (Noooo): N001/G00 ... When the BLOCK DELETE switch on the operation panel is ON, the Control ignores all part program blocks that contain a block delete slash code (/). For details, refer to 3-5. When a slash code (/) appears at a position other than specified above, it is handled as the sign of division.
P10000	Synchronizing Command Used to synchronize execution of blocks of commands in 4 axis simultaneous cut mode. For details, refer to 6.

Jenis Benda Kerja	Klasifikasi DIN	Kondisi *	Kekerasan (H B)	Klasifikasi Pemesinan
<u>Baja Struktur</u> (Structural Steels)	St 70	U/N	-	6/7
<u>Baja Mampu Laku Panas</u> (Heat treatable Steels)	Ck 45	V	250	6
	Ck 53	U/N	220	6
	Ck 55	U/V	250	7
	Cm 55	V	280	8
	Cf 53			
<u>Baja Sementasi</u> (Cementation Steels)	47 Cr Ni Mo 14	BG	180	6
		BF	200	7
	41 Ni Cr 14	BF	180	7
	20 Mo Cr 4	BG	150	6
		BF	200	8
<u>Baja Nitridasi</u> (Nitridation Steels)	41 Cr Al Mo 7	V	250	6
<u>Baja Perkakas Panas</u> (Hot Work Tool Steels)	x 40 Cr Mo V 51	BG	210	7
	x 32 Cr Mo V 33	BG	210	7
	55 Ni Cr Mo V 6	BG	220	8
<u>Baja untuk Ekstrusi Dingin</u> (Steels for Cold Extrusion)	41 Cr 4	B/V	220	6
		U/V	280	8
<u>Baja Pahat</u> : CTS : (Tool Steels)	C 80 W 1	BG	180	6
	C 105 W 1	BG	190	6
H S S :	S 6-5-2	BG	240	8
<u>Besi Tuang</u> : (Cast Iron)				
Graphit Serpih :	GG-10	-	120	12
Graphit butir	GGG-35-3	-	160	12


















* U : nontreated. V : quenched & tempered

N : normalized.

B : treated → BG : untuk tujuan struktur.

BF : untuk tujuan kekuatan

Benda kerja	σ _u , Kekuatan Tarik (UTS), atau ke - kerasan Brinell; N/mm ²	Pangkat h rata z = 0,2
		k _{s1.1} (N/mm ²)
Baja struktur , C 0,35 %	500	1500
C 0,35-0,6 %	500 s/d 700	1650
C 0,6 - 1 %	700 s/d 1000	1800
Baja Paduan (kondisi annealed)	700 s/d 850	1650
	850 s/d 1000	1800
	1000 s/d 1400	1950
	1400 s/d 1800	2170
Baja Manganese, M _n Steel (annealed)	500 s/d 800	1650
Baja Antikarat (Stainles Steel)		
-kondisi = Austenitic	-	1720
Feritic	-	1500
Baja Tuang (Cast Steel)		
GS 40	500	1300
GS 50	500 s/d 650	1420
GS 65	650	1570
Besi Tuang (Cast Iron)		
	BHN < 200	960
	BHN > 200	1300
White Cast Iron		
	BHN < 500	2020
	BHN > 500	2250
Annealed Cast Iron	-	1050
Tembaga (Copper)	-	750
Perunggu (Phosfor Bronze)	-	1200
Kuningan (Brass)	-	530
Paduan Al. Mg	-	370
Plastik, Ebonit, Fiber	-	190

Merkmal characteristic caractéristique	TIZIT-Klemmsystem Clamping systems Système de fixation	ISO	
A 	Maxilock N		 CNMA
			 DNMA
			 RNMA
			 SNMA
			 TNMA
G 	Maxilock N		 CNMG
			 DNMG
			 RNMG
			 SNMG
			 TNMG
M 	Maxilock N		 CNMM
			 DNMM
			 SNMM
			 TNMM

PENJELASAN TABEL :

- CNMA : Dipakai untuk membubut awal (roughing) baja dengan kondisi medium feed atau membubut cast iron, bronze, graphite, dan material abrasive lainnya.
- DNMA : Dipakai untuk pembubutan ringan (finishing) pada cast iron, bronze, graphite, dan material abrasive lainnya.
- RNMA : Dipakai untuk pembubutan awal (roughing) pada kondisi yang berat dan tidak menguntungkan (baja atau cast iron).
- SNMA : Digunakan pada pembubutan awal untuk cast iron, bronze, graphite, dan material abrasive lainnya. Dapat juga digunakan untuk pembubutan awal baja atau cast steel pada kondisi sedang dan berat.
- TNMA : Digunakan untuk pembubutan dengan kondisi medium feed untuk cast iron (roughing dan finishing).

- CNMG/CNMM : Digunakan untuk membubut baja dengan kondisi pemotongan yang berat.
- DNMG/DNMM : Dipakai untuk finishing pada baja.
- SNMG/SNMM : Dipakai untuk roughing pada pembubutan baja dengan kondisi pemotongan yang berat.
- TNMG/TNMM : Dipakai untuk roughing dan finishing pada baja dengan kondisi ringan dan medium.

MTB > PRINT C1 C2

ROW	C1	C2
1	2.06	1.85
2	2.06	1.31
3	2.14	1.74
4	2.84	1.95
5	2.13	1.76
6	2.15	1.95
7	3.16	2.68
8	2.57	3.28
9	3.40	2.50

MTB > DESC C1 C2

	N	MEAN	MEDIAN	TRMEAN	STDEV	SEMEAN
C1	9	2.501	2.150	2.501	0.517	0.172
C2	9	2.113	1.950	2.113	0.598	0.199

	MIN	MAX	Q1	Q3
C1	2.060	3.400	2.095	3.000
C2	1.310	3.280	1.750	2.590

MTB > NOOUT

MTB > PRINT C3 C4

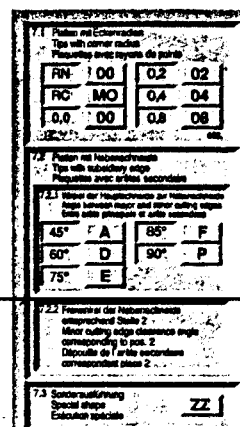
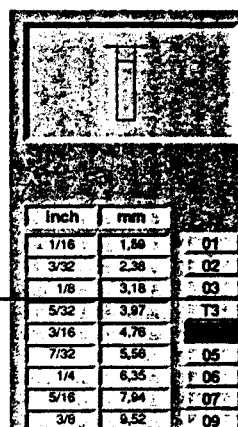
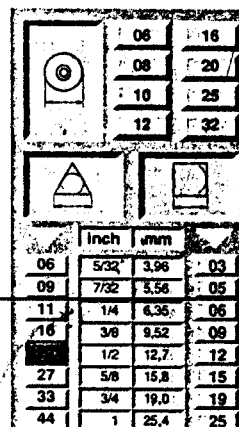
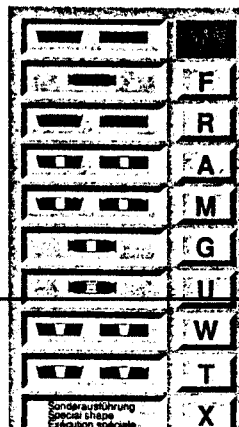
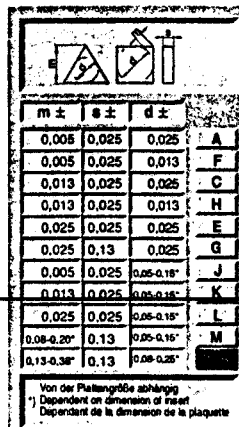
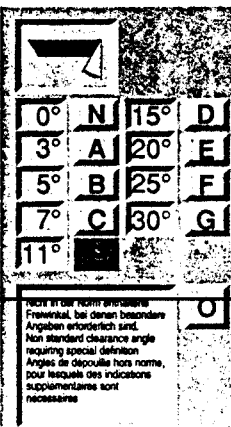
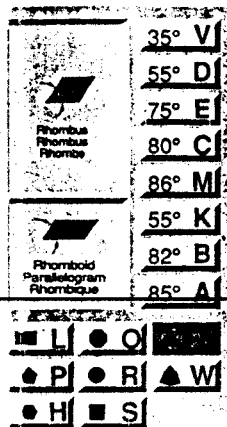
ROW	C3	C4
1	6.17	3.34
2	3.13	3.12
3	5.81	4.54
4	5.83	2.34
5	2.00	3.12
6	4.70	3.79
7	4.37	2.31
8	1.49	2.53
9	4.51	3.38

MTB > DESC C3 C4

	N	MEAN	MEDIAN	TRMEAN	STDEV	SEMEAN
C3	9	4.223	4.510	4.223	1.689	0.563
C4	9	3.163	3.120	3.163	0.723	0.241

	MIN	MAX	Q1	Q3
C3	1.490	6.170	2.565	5.820
C4	2.310	4.540	2.435	3.585

MTB > NOOUT



T

P

U

N

22

04

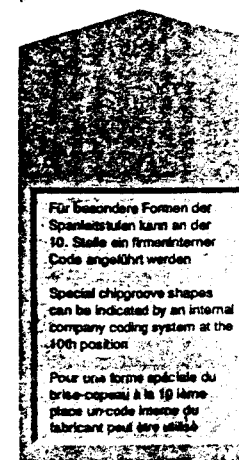
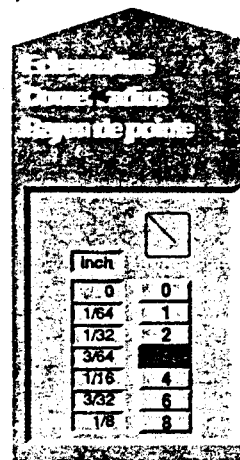
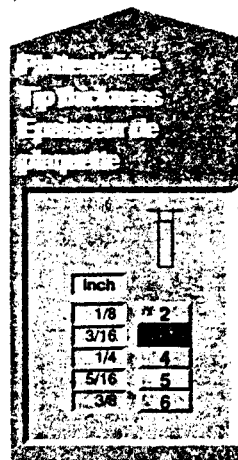
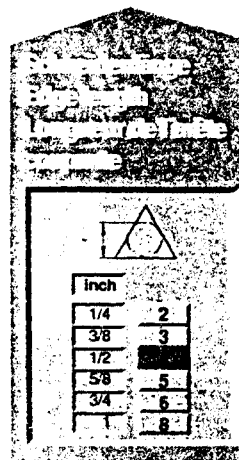
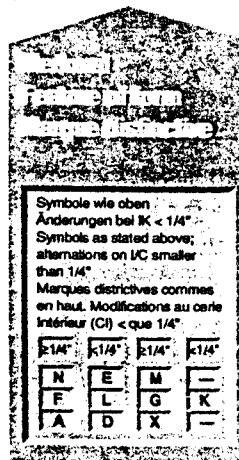
12

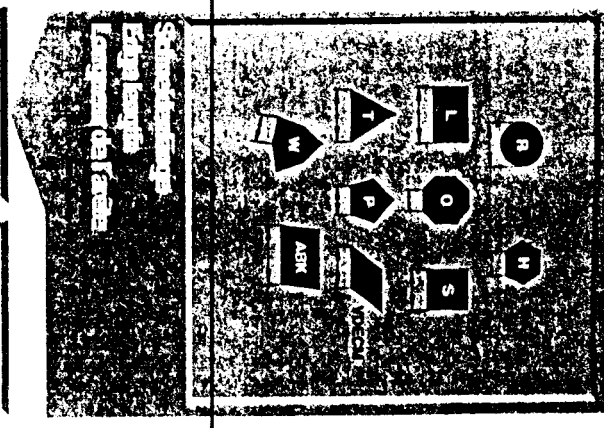
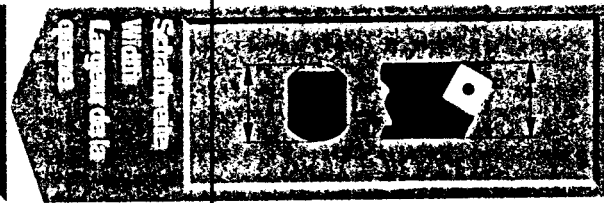
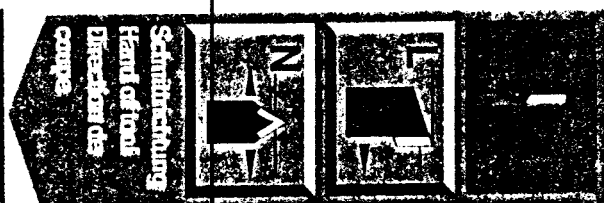
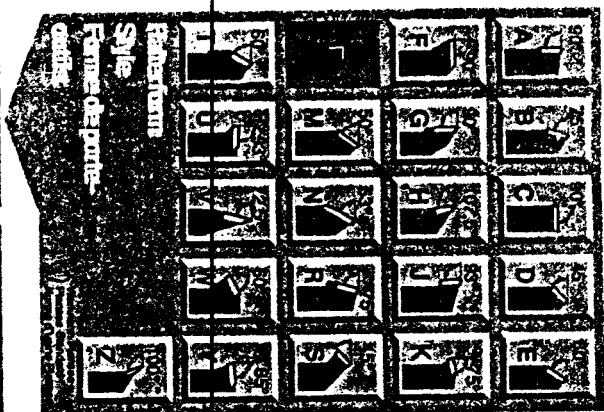
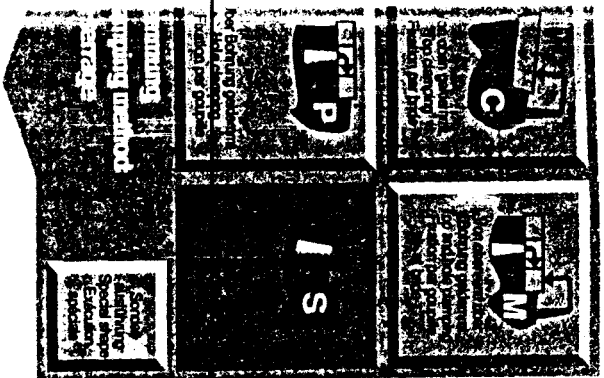
4

3

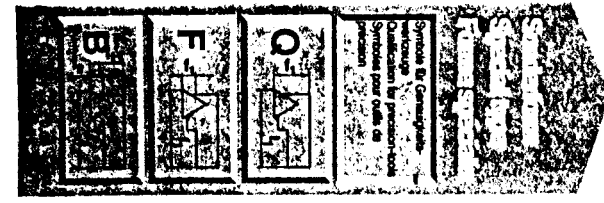
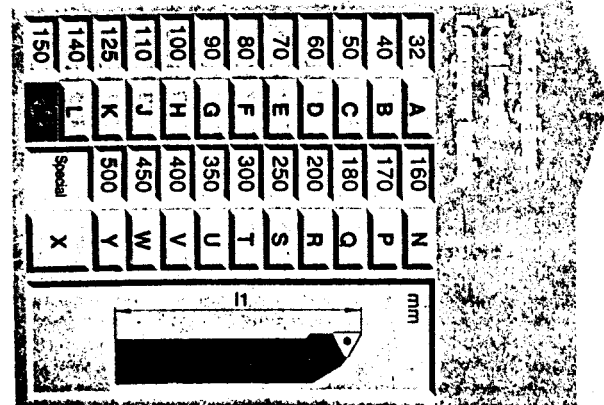
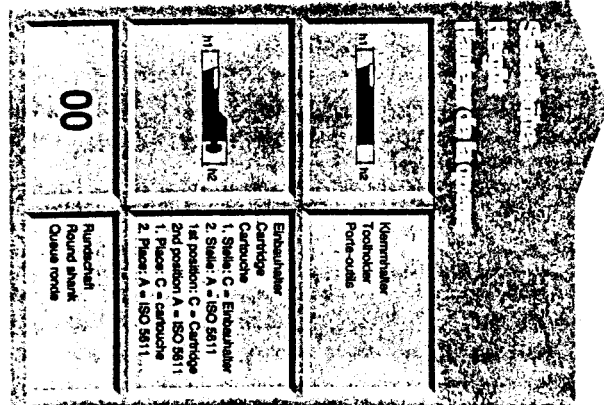
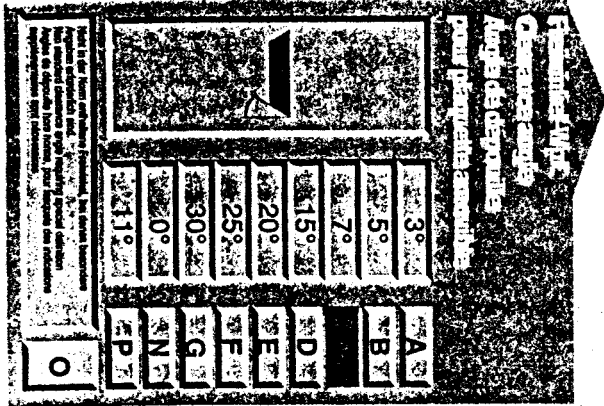
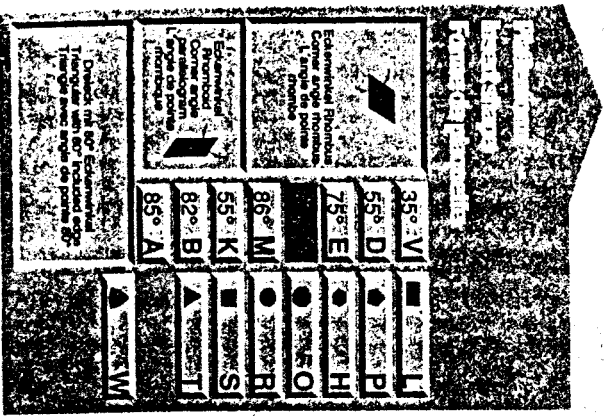
3

ASA und BHMA Abweichung gegenüber ISO
ASA and BHMA variation from ISO
Divergences ASA et BHMA envers ISO

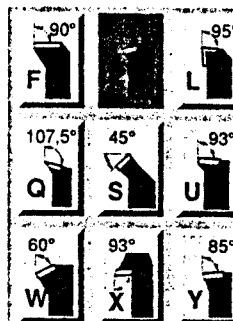




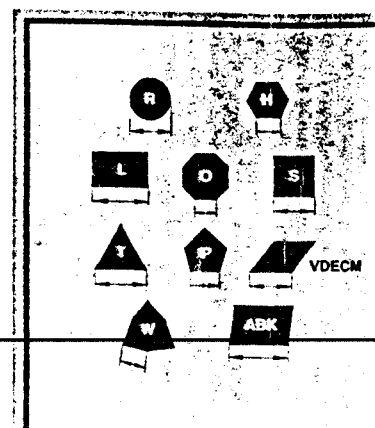
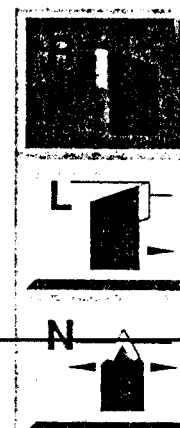
S C L C R 25 25 M 12



		E	wie C mit Kühlbohrung as C but with coolant hole comme C avec alésage pour le refroidissement
A	Stahlschaft mit Kühlbohrung Steel shank with coolant hole Queue en acier avec alésage pour le refroidissement	F	wie C mit Dämpfung as C but with vibration damping comme C avec amortissement
B	Stahlschaft mit Dämpfung Steel shank with vibration damping Queue en acier avec amortissement	G	wie C mit Dämpfung und Kühlbohrung as C but with vibration damping and coolant hole comme C avec amortissement et alésage pour le refroidissement
C	Hartmetallschaft mit Stahlkopf Hardmetal shank with steel head Queue en carbure avec tête en acier	H	Schwermetall Heavy metal Métal lourd
D	wie B mit Kühlbohrung as B with coolant hole comme B avec alésage pour le refroidissement	J	Schwermetall mit Kühlbohrung Heavy metal with coolant hole Métal lourd avec alésage pour le refroidissement



Plansee Standard
Norme d'usine Plansee



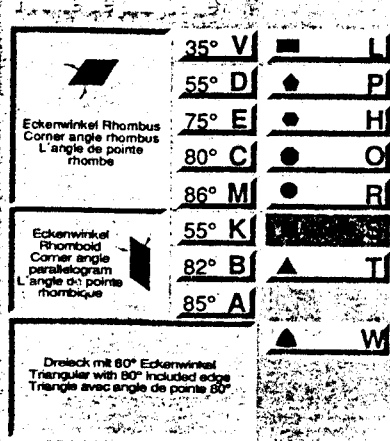
S 32 U

S S

K G R

12

08	80	F	350		mm
10	100	H	400	V	
12	110	J	450	W	
16	125	K	500	Y	
20	140	L			
25	150	M			
	160	N			
	170	P			
40	180	Q			
50	200	R			
60	250	S			
	300	T	Special	X	



3°	A
5°	B
7°	C
15°	D
20°	E
25°	F
30°	G
0°	N
11°	P
	O

Nicht in der Norm enthaltene Fräswinkel, bei denen besondere Angaben erforderlich sind.
Non standard clearance angle requiring special definition.
Angles de dépouille hors norme, pour lesquels des indications supplémentaires sont nécessaires.

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 6.17 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 5.83 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 4.37 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 3.13 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 2.01 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 1.48 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 5.81 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 4.78 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE

NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1 2CR
Ra 4.31 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

MITUTOYO SURFTTEST 301

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.06 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

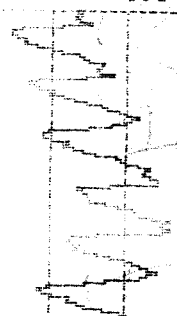


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.84 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

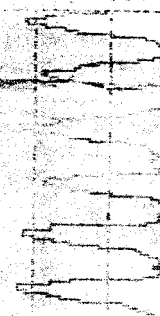


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.16 μ m

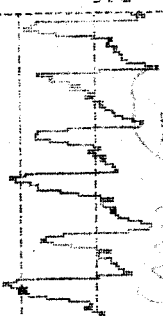
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTTEST 301

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.06 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

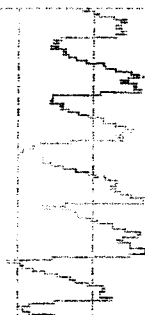


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.13 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.15 μ m

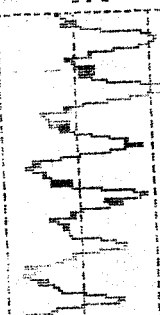
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTTEST 301

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.14 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.15 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

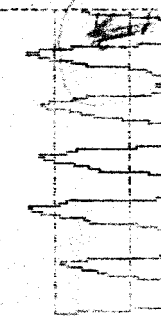


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.40 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

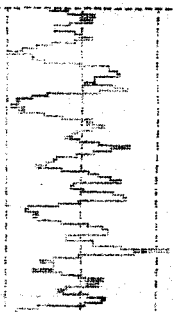


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.85 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.95 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

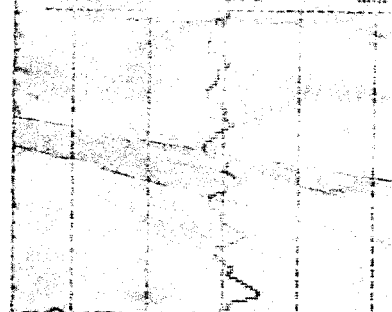


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.95 μ m

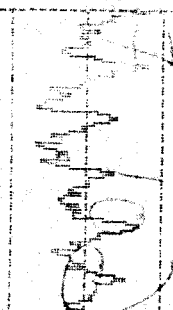
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.31 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.76 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

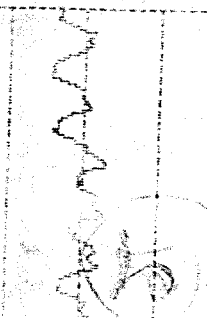


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.28 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.74 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

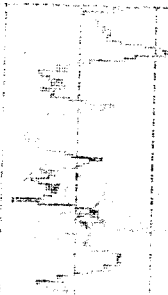


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.95 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

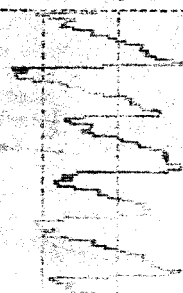


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.57 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
3.34 μ m

20 μ m
0.8 mm

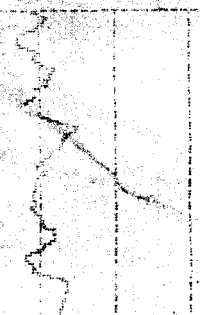


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
3.12 μ m

20 μ m
0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
4.54 μ m

20 μ m
0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
2.34 μ m

20 μ m
0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
2.51 μ m

20 μ m
0.8 mm

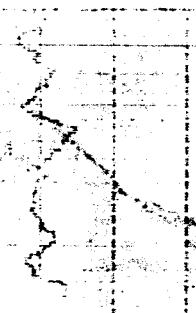


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
2.53 μ m

20 μ m
0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
2.53 μ m

20 μ m
0.8 mm

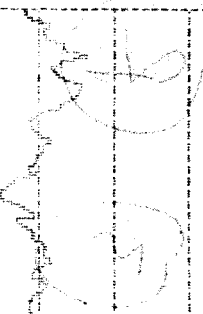


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
3.79 μ m

20 μ m
0.8 mm



FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
3.38 μ m

20 μ m
0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	6.17	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	5.83	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	4.37	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	3.13	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	2.61	μm	
Ra			

VER	5	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	1.49	μm	
Ra			

VER	5	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	5.81	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	4.76	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER	0.8 mm	x1	2CR
CUTOFF	4.51	μm	
Ra			

VER	20	μm
HOR	0.8	mm

MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.06 μ m

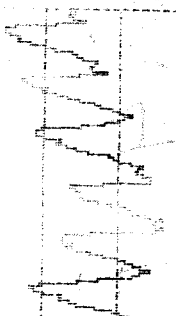
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.94 μ m

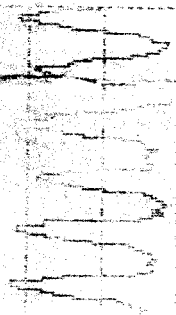
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.16 μ m

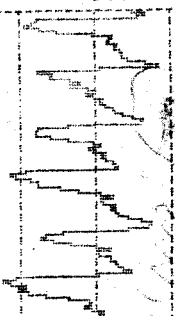
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.06 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.13 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.15 μ m

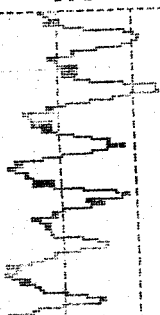
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.14 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.15 μ m

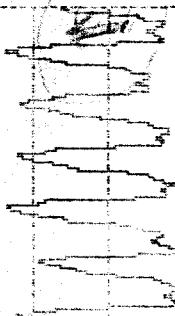
VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME
FILTER CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.40 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.65 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.31 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.74 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.95 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.76 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

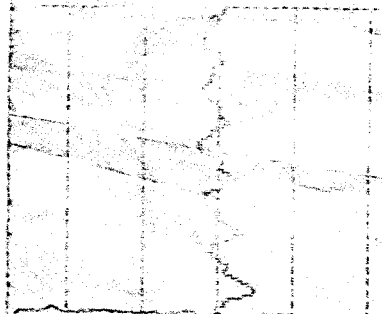


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 1.66 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm

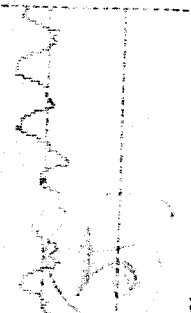


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.28 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

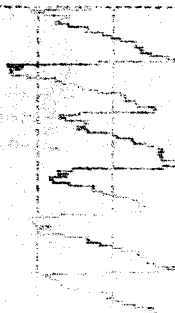


MITUTOYO SURFTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.57 μ m

VER 5 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.34 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

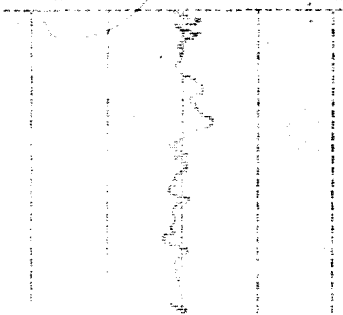


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.34 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

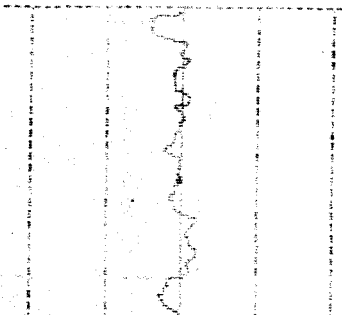


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.31 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

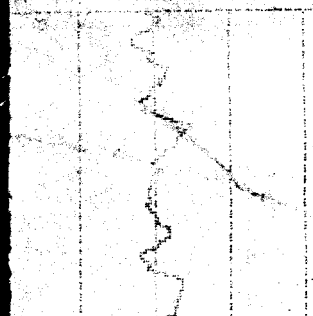


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.12 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

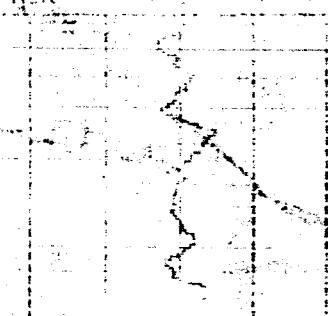


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.34 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

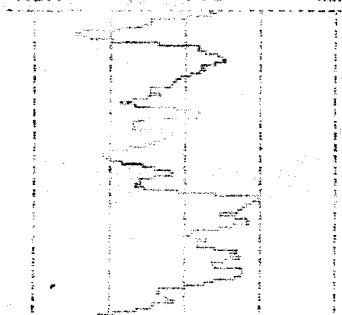


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 2.33 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

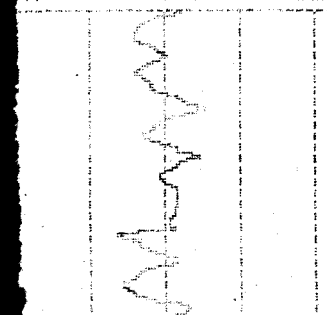


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 4.54 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

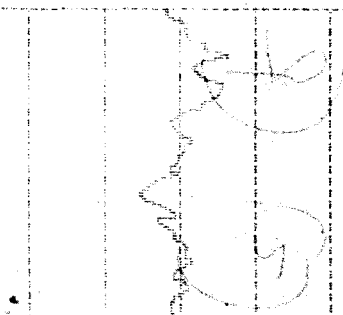


MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.79 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm



MITUTOYO SURFTTEST 301

DATE
NAME

FILTER 2CR
CUTOFF 0.8 mm x1
Ra 3.38 μ m

VER 20 μ m
HOR 0.8 mm

